

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-123813

(43)Date of publication of application : 25.04.2003

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

(21)Application number : 2001-318158 (71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 16.10.2001 (72)Inventor : IMAZEKI MITSU HARU
USHIO TAKESHI
SHIMOYAMA YOSHIRO

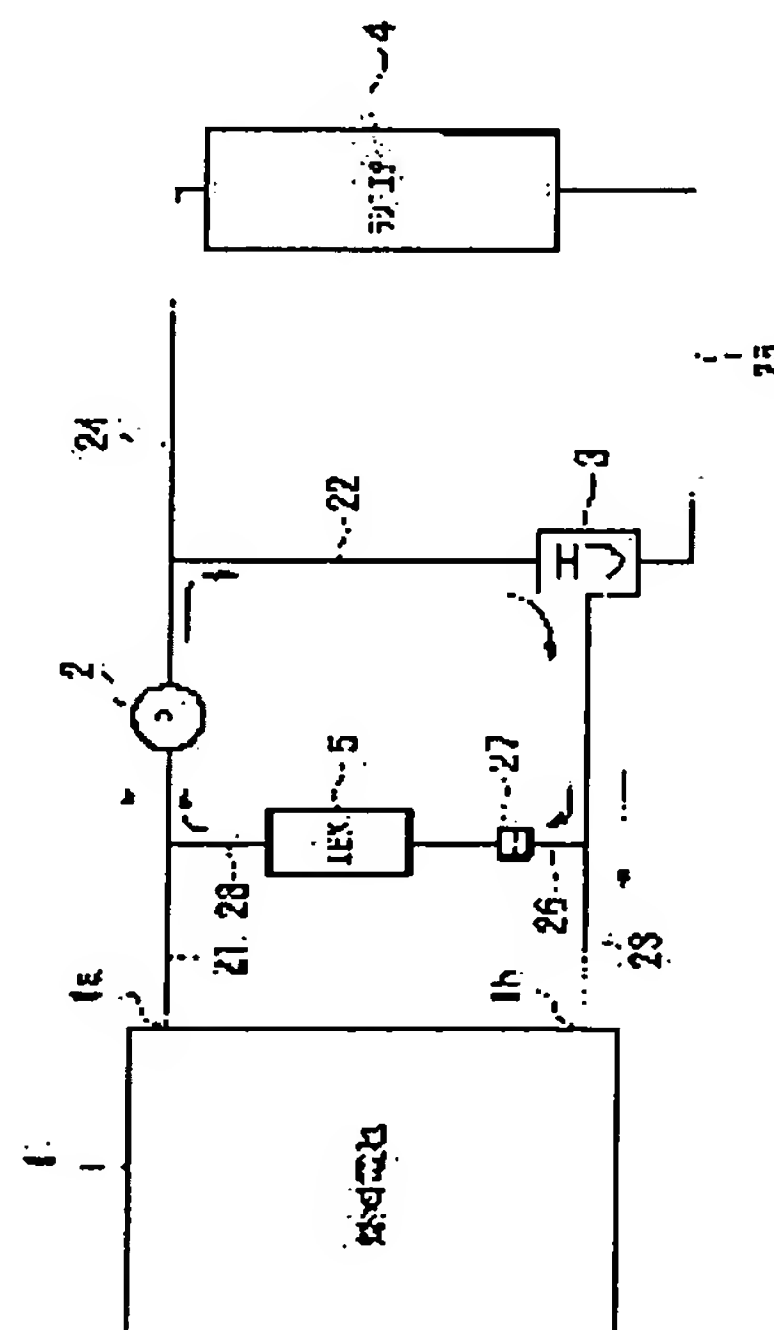
(54) COOLING METHOD OF FUEL CELL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To stop cooling liquid of high conductivity from flowing into a fuel cell.

SOLUTION: With the cooling method of the fuel cell 1 in which heat accompanying power generation of the fuel cell 1 is radiated with a radiator 4 by having cooling liquid circulated, an ion exchanger 5 removing ions existing in the cooling liquid is fitted in a cooling liquid circulation system. When the temperature of the cooling liquid is below the operating temperature of a thermostat valve 3 (that is, thermostat operating temperature), ion density is kept low by circulating the cooling liquid between the fuel cell 1 and the ion exchanger 5 and, when the temperature of the cooling liquid gets near the thermostat operating

temperature, a part of the cooling liquid exhausted from the fuel cell 1 is sent to the radiator 4, and cooling liquid returning from the radiator is mixed with the cooling liquid with ion density lowered beforehand to send back to the fuel cell 1. After temperature of the cooling liquid reaches the thermostat operating temperature, the fuel cell 1 is cooled by circulating the cooling liquid between the fuel cell 1 and the radiator 4.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.11.2003

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other
than the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3643069

[Date of registration] 04.02.2005

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the cooling approach of the fuel cell which is made to circulate through the coolant and radiates heat by the heat exchanger in generation of heat accompanying a generation of electrical energy of a fuel cell The ion-exchange machine from which the ion which exists in the coolant is removed is formed in a cooling-fluid-flow system. Whenever [cooling solution temperature] below with thermostat operating temperature When the coolant is circulated between a fuel cell and an ion-exchange machine, ion concentration is lowered and whenever [cooling solution temperature] approaches thermostat operating temperature The coolant which returns from delivery and a heat exchanger to a heat exchanger in a part of coolant discharged from a fuel cell It is the cooling approach of the fuel cell characterized by circulating the coolant between a fuel cell and a heat exchanger, and cooling a fuel cell after mixing with the coolant which lowered said ion concentration, returning to a fuel cell and whenever [cooling solution temperature] reaching thermostat operating temperature.

[Claim 2] In the cooling approach of the fuel cell which is made to circulate through the coolant and radiates heat by the heat exchanger in generation of heat accompanying a generation of electrical energy of a fuel cell The ion-exchange machine from which the ion which exists in the coolant is removed is formed in a cooling-fluid-flow system. Whenever [cooling solution temperature] below with thermostat operating temperature When the coolant is circulated between a fuel cell and an ion-exchange machine, the ion in the coolant is removed and whenever [cooling solution temperature] approaches thermostat operating temperature It is the cooling approach of the fuel cell characterized by circulating the coolant between a fuel cell and a heat exchanger, and cooling a fuel cell after circulating a part of coolant between a heat exchanger and an ion-exchange machine, removing the ion in the coolant of a heat exchanger and whenever [cooling solution temperature] reaching thermostat operating temperature.

[Claim 3] It is the cooling approach of the fuel cell according to claim 2 characterized by suspending the deionizer processing which circulates the coolant between a heat exchanger and an ion-exchange machine when the conductivity sensor which detects the conductivity of the coolant is formed and conductivity falls below to a predetermined value.

[Claim 4] In the cooling approach of the fuel cell which is made to circulate through the coolant and radiates heat by the heat exchanger in generation of heat accompanying a generation of electrical energy of a fuel cell The ion-exchange machine from which the ion which exists in the coolant is removed is formed in a cooling-fluid-flow system. Whenever [cooling solution temperature] below with the 1st thermostat operating temperature The coolant is circulated between a fuel cell and an ion-exchange machine, the ion in the coolant is removed, and whenever [cooling solution temperature] exceeds the 1st thermostat operating temperature. Below with the 2nd thermostat operating temperature It is the cooling approach of the fuel cell characterized by circulating the coolant between a fuel cell and a heat exchanger, and cooling a fuel cell after circulating a part of coolant between a heat exchanger and an ion-exchange machine, removing the ion in the coolant of a heat exchanger and whenever [cooling solution temperature] reaching the 2nd thermostat operating temperature.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the cooling approach of the fuel cell which is made to circulate through the coolant and radiates heat by the heat exchanger in generation of heat accompanying a generation of electrical energy of a fuel cell.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the fuel cell carried in a fuel cell powered vehicle etc. The solid-state polyelectrolyte film which consists of solid-state polymer ion exchange membrane etc. with an anode and a cathode For example, the **** lump from both sides, It consists of a stack constituted by carrying out two or more laminatings of the cel formed by furthermore ****(ing) the outside with the conductive separator of a pair. There are some which supply fuel gas (for example, hydrogen gas etc.) to the anode of each cel, and generate electricity by supplying oxidant gas (for example, air containing oxygen etc.) to a cathode. In this fuel cell, the solid-state polyelectrolyte film is passed, even a cathode moves, and the hydrogen ion generated by catalytic reaction in the anode causes and generates oxygen and electrochemical reaction with a cathode.

[0003] Moreover, since it generates heat with a generation of electrical energy in this kind of fuel cell, the coolant was passed to the coolant path formed in the separator of each cel, the fuel cell is cooled, further, heat was radiated by the heat exchanger and this coolant has been cooled so that a fuel cell may be stored in the predetermined operating temperature range. When it has such a cooling system, it is necessary to control heat release not to make a fuel cell supercool at the time of a chill environment and low-power output operation etc. There is the approach of switching a coolant circuit by the thermostat bulb as a way method of the conventional heat release control according to temperature. By this approach, the coolant detours a heat exchanger in the low-temperature region below the operating temperature (henceforth thermostat operating temperature) of a thermostat bulb, and makes a fuel cell circulate through the coolant, and in the pyrosphere exceeding said thermostat operating temperature, passage is switched so that a fuel cell may be made to circulate through the coolant through a heat exchanger.

[0004] Moreover, when adopting the cooling system which cools a separator directly by the coolant in this way, the ion which must stop the conductivity of the coolant low so that a short circuit may not arise through the coolant, therefore exists the coolant in an ion-exchange machine etc. in through and the coolant is removed, and it is so that the conductivity of the coolant may be kept low.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, while in the case of the system which switches a coolant circuit by the thermostat bulb mentioned above, and performs heat release control bypassing a heat exchanger in a low-temperature region and circulating the coolant, the conductivity of the coolant which the coolant is piling up in the passage which makes a heat exchanger and this circulate through the coolant, and ion is eluted and is piling up from the heat exchanger etc. may increase. Thus, when the conductivity of the coolant which piles up in a heat exchanger etc. in a low-temperature region increased and a coolant circuit is switched by warming-up completion, there is a possibility that the coolant with high conductivity which was piling up in the heat exchanger may be introduced into a fuel cell.

[0006] Conventionally, it corresponded by using very few ingredients of ion elution for the

ingredient of circulation piping of a heat exchanger or the coolant so that it might not lapse into such a situation, but when it was made such, constraint will be received in a configuration, the manufacture approach, etc. of a heat exchanger, and enlargement of a heat exchanger, weight increase, a cost rise, etc. were caused. Moreover, there is also a method of coping with the interior, such as a heat exchanger, by performing coating etc. so that ion elution may be reduced, but if coating deteriorates, ion may begin to melt. Then, this invention offers the cooling approach of the fuel cell which controlled the rise of the conductivity of the coolant by performing predetermined processing to a part of coolant, when thermostat operating temperature is approached.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, invention indicated to claim 1 In the cooling approach of the fuel cell which is made to circulate through the coolant and radiates heat by the heat exchanger (for example, radiator 4 in the gestalt of operation mentioned later) in generation of heat accompanying a generation of electrical energy of a fuel cell (for example, fuel cell 1 in the gestalt of operation mentioned later) The ion-exchange machine (for example, ion-exchange machine 5 in the gestalt of operation mentioned later) from which the ion which exists in the coolant is removed It prepares in a cooling-fluid-flow system. Whenever [cooling solution temperature] below with thermostat operating temperature When the coolant is circulated between a fuel cell and an ion-exchange machine, ion concentration is lowered and whenever [cooling solution temperature] approaches thermostat operating temperature The coolant which returns from delivery and a heat exchanger to a heat exchanger in a part of coolant discharged from a fuel cell After mixing with the coolant which lowered said ion concentration, returning to a fuel cell and whenever [cooling solution temperature] reaching thermostat operating temperature, it is characterized by circulating the coolant between a fuel cell and a heat exchanger, and cooling a fuel cell. Thus, when whenever [cooling solution temperature] is below thermostat operating temperature by constituting, even if the ion concentration of the coolant in a heat exchanger becomes high, this coolant is mixed with the coolant which lowered ion concentration beforehand, and a fuel cell can be supplied after thinning ion concentration.

[0008] Invention indicated to claim 2 generation of heat accompanying a generation of electrical energy of a fuel cell (for example, fuel cell 1 in the gestalt of operation mentioned later) In the cooling approach of the fuel cell which is made to circulate through the coolant and radiates heat by the heat exchanger (for example, radiator 4 in the gestalt of operation mentioned later) The ion-exchange machine (for example, ion-exchange machine 5 in the gestalt of operation mentioned later) from which the ion which exists in the coolant is removed It prepares in a cooling-fluid-flow system. Whenever [cooling solution temperature] below with thermostat operating temperature When the coolant is circulated between a fuel cell and an ion-exchange machine, the ion in the coolant is removed and whenever [cooling solution temperature] approaches thermostat operating temperature After circulating a part of coolant between a heat exchanger and an ion-exchange machine, removing the ion in the coolant of a heat exchanger and whenever [cooling solution temperature] reaching thermostat operating temperature, it is characterized by circulating the coolant between a fuel cell and a heat exchanger, and cooling a fuel cell. Thus, when whenever [cooling solution temperature] is below thermostat operating temperature by constituting, even if the ion concentration of the coolant in a heat exchanger becomes high, by the time whenever [cooling solution temperature] reaches thermostat operating temperature, ion can be removed out of the coolant with said high ion concentration, and ion concentration can be reduced.

[0009] In invention according to claim 2, invention indicated to claim 3 is characterized by suspending the deionizer processing which circulates the coolant between a heat exchanger and an ion-exchange machine, when the conductivity sensor (for example, conductivity sensor 8 in the gestalt of operation mentioned later) which detects the conductivity of the coolant is formed and conductivity falls below to a predetermined value. Thus, after the conductivity of the coolant fell below to the predetermined value by constituting, the amount of cooling liquid flows which the coolant is no longer introduced into an ion-exchange machine from a heat exchanger, and comes out of a heat exchanger and is introduced into a fuel cell can be increased.

[0010] Invention indicated to claim 4 generation of heat accompanying a generation of electrical energy of a fuel cell (for example, fuel cell 1 in the gestalt of operation mentioned later) In the

cooling approach of the fuel cell which is made to circulate through the coolant and radiates heat by the heat exchanger (for example, radiator 4 in the gestalt of operation mentioned later) The ion-exchange machine (for example, ion-exchange machine 5 in the gestalt of operation mentioned later) from which the ion which exists in the coolant is removed It prepares in a cooling-fluid-flow system. Whenever [cooling solution temperature] below with the 1st thermostat operating temperature The coolant is circulated between a fuel cell and an ion-exchange machine, the ion in the coolant is removed, and whenever [cooling solution temperature] exceeds the 1st thermostat operating temperature. Below with the 2nd thermostat operating temperature After circulating a part of coolant between a heat exchanger and an ion-exchange machine, removing the ion in the coolant of a heat exchanger and whenever [cooling solution temperature] reaching the 2nd thermostat operating temperature, it is characterized by circulating the coolant between a fuel cell and a heat exchanger, and cooling a fuel cell. Thus, when whenever [cooling solution temperature] is below the 1st thermostat operating temperature by constituting, even if the ion concentration of the coolant in a heat exchanger becomes high, by the time whenever [cooling solution temperature] reaches the 2nd thermostat operating temperature, ion can be removed out of the coolant with said high ion concentration, and ion concentration can be reduced.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of implementation of the cooling approach of the fuel cell concerning this invention is explained with reference to the drawing of drawing 12 from drawing 1 . In addition, the cooling approach of the fuel cell in the gestalt of each operation explained below is the mode carried out to the fuel cell carried in a fuel cell powered vehicle.

[0012] [Gestalt of the 1st operation] First, the gestalt of implementation of the 1st of the cooling approach of the fuel cell concerning this invention is explained with reference to the drawing of drawing 5 from drawing 1 . Drawing 1 to drawing 3 is the outline block diagram of the cooling system of a fuel cell carried in the fuel cell powered vehicle. A fuel cell 1 puts the solid-state polyelectrolyte film which is the fuel cell of a solid-state polyelectrolyte membrane type, for example, consists of solid-state polymer ion exchange membrane etc. from both sides with an anode and a cathode, and consists of a stack constituted by carrying out two or more laminatings of the cell formed by ****(ing) the outside with the separator of a pair further. In this fuel cell 1, when the air which hydrogen gas is supplied to an anode and contains oxygen in a cathode is supplied, the hydrogen ion generated by catalytic reaction in said anode penetrates the solid-state polyelectrolyte film, and moves even said cathode, and with this cathode, oxygen and electrochemical reaction are caused and it generates electricity. In addition, in drawing 1 , illustration of the supply system of hydrogen gas and air and an excretory system is omitted.

[0013] Moreover, the coolant path is formed in said separator and the temperature of a fuel cell 1 is controlled by this fuel cell 1 by passing the coolant to this coolant path and cooling a separator directly to the predetermined temperature requirement (about [For example, being after warming-up completion of a fuel cell. / 70-80 degrees] C). Next, the cooling-fluid-flow system in which said coolant flows is explained. Since the temperature of the coolant of introduction and a fuel cell 1 is low, when it is not necessary to cool this coolant, it explains from a coolant circuit in case the coolant is in a "low-temperature region." As shown in drawing 1 , the coolant discharged from coolant path outlet 1a of a fuel cell 1 After being drawn in by the coolant pump 2 through the coolant piping 21 and carrying out the pressure up with the coolant pump 2, After being introduced into thermostat BARUPU 3 through the coolant piping 22, being further introduced into coolant path inlet-port 1b of a fuel cell 1 through the coolant piping 23 and flowing the coolant path in a fuel cell 1, it is again discharged from coolant path outlet 1a, and circulates.

[0014] Next, since the temperature of the coolant of a fuel cell 1 is high, when it is necessary to cool, a coolant circuit in case the coolant is in a "pyrosphere" is explained. As shown in drawing 3 , the coolant by which was discharged from coolant path outlet 1a of a fuel cell 1, and the pressure up was carried out with the coolant pump 2 is supplied to a radiator 4 through the coolant piping 24 which branches from the coolant piping 22. This radiator 4 is an air cooled heat exchanger which takes heat from the coolant and is cooled by natural ventilation or the compulsive ventilation by the fan. The coolant cooled by the radiator 4 is introduced into the thermostat bulb 3 through the coolant piping 25, and is further introduced into coolant path inlet-port 1b of a fuel cell 1 through said coolant

piping 23, and it circulates through it.

[0015] Moreover, also at the time of any of a low-temperature region and a pyrosphere, as shown in drawing 1 and drawing 3, a part of coolant which flows the coolant piping 23 is introduced into the ion-exchange machine 5 through the coolant piping 26 and an orifice 27. The interior is filled up with ion exchange resin, and the ion-exchange machine 5 removes the ion which exists in the coolant, and reduces the conductivity of the coolant. Moreover, an orifice 27 is a restriction orifice which restricts the flow rate of the coolant which flows into the ion-exchange machine 5 to a predetermined flow rate. With the ion-exchange vessel 5, the coolant by which deionizer was carried out is returned to the coolant piping 21 through the coolant piping 28, is attracted by the coolant pump 2, and it circulates through it.

[0016] thus, by the cooling-fluid-flow system of the gestalt of the 1st operation Since a part of coolant which circulates through a fuel cell 1 always circulates the ion-exchange machine 5 and deionizer is carried out also when the coolant is in any of a low-temperature region or a pyrosphere The ion concentration of the coolant which circulates through a fuel cell 1 could be held down to below the predetermined value, consequently the conductivity of this coolant was held down to below the predetermined value, and the insulating engine performance of the coolant within a fuel cell 1 is collateralized.

[0017] In the cooling system in the gestalt of this 1st operation, the coolant circuit in the low-temperature region mentioned above and the coolant circuit in a pyrosphere are switched by the thermostat bulb 3. Here, coolant circuit switch actuation of the thermostat bulb 3 is explained with reference to the conceptual diagram of drawing 4. The valve chest by which the thermostat bulb 3 is formed in the interior of housing 31 is divided into two rooms, the 1st valve chest 34 and the 2nd valve chest 35, by the dashboard 33, and free passage and cutoff of free passage hole 33a of the dashboard 33 which opens the 1st valve chest 34 and the 2nd valve chest 35 for free passage are further enabled by the valve element 37. Moreover, the thermostat bulb 3 contains the thermostat (not shown) which induces the temperature of the coolant which flows the inside of the valve chest, and drives a valve element 37. When the coolant is below in the operating temperature (henceforth thermostat operating temperature) of a thermostat, i.e., said low-temperature region When a valve element 37 blockades free passage hole 33a as shown in drawing 4 (A) (this condition is hereafter called close-by-pass-bulb-completely condition), and the coolant exceeds thermostat operating temperature (i.e., when it is in said pyrosphere) As a valve element 37 shows drawing 4 (C), it estranges from free passage hole 33a (this condition is hereafter called full open condition). In addition, about said thermostat, since it is a common knowledge technique, explanation here is omitted.

[0018] And the coolant piping 22 and 23 is connected to the 1st valve chest 34, and the coolant piping 25 is connected to the 2nd valve chest 35. Therefore, the coolant is in a low-temperature region, and when the thermostat bulb 3 is in the close-by-pass-bulb-completely condition shown in drawing 4 (A), the coolant which flowed into the 1st valve chest 34 flows out of the coolant piping 22 into the coolant piping 23. Since the coolant piping 25 will be in the condition of having blockaded in the 2nd valve chest 35, at this time, the coolant does not flow for the coolant piping 25.

[0019] Moreover, the coolant is in a pyrosphere, and when the thermostat bulb 3 is in the full open condition shown in drawing 4 (C), the coolant which flowed into the 2nd valve chest 35 flows out of the coolant piping 25 into the coolant piping 23. Since a valve element 37 blockades input 22a to the 1st valve chest 34 of the coolant piping 22 at this time, the coolant does not flow into the 1st valve chest 34 from the coolant piping 22. That is, the thermostat bulb 3 is switching the coolant circuit by opening for free passage or intercepting free passage hole 33a and input 22a of the coolant piping 22 by the valve element 37.

[0020] By the way, when the coolant is in a low-temperature region, as mentioned above, the coolant bypasses a radiator 4, and it is flowing so that it may circulate through a fuel cell 1, and the coolant is not flowing for a radiator 4 and the coolant piping 24 and 25, but it is piling up in them. Therefore, the ion concentration of the coolant which ion was eluted and is piling up from a radiator 4 and the coolant piping 24 and 25 may increase, and conductivity may increase in the meantime. Therefore, when the coolant changes from a low-temperature region to a pyrosphere and thermostat BARUPU 3 switches from a clausilium condition to a valve-opening condition in an instant, the coolant with

high conductivity which was piling up in a radiator 4 and the coolant piping 24 and 25 flows into the coolant path of a fuel cell 1 in large quantities through the coolant piping 23, and there is a possibility of reducing the insulating engine performance of the coolant in a fuel cell 1.

[0021] In order to cope with this, with the gestalt of this 1st operation A predetermined temperature requirement just before reaching thermostat operating temperature is made into a reserve operating temperature region. In this reserve operating temperature region By mixing with the coolant with low ion concentration which bypasses and circulates through a radiator 4, and returning the coolant which came out of delivery and a radiator 4 a part of coolant discharged from a fuel cell 1 to the radiator 4 to a fuel cell Most aggravation of the conductivity of the coolant which circulates through a fuel cell 1 is abolished, or it was made to hold down to the range which can permit a fuel cell 1. And after the coolant in a radiator 4 and the coolant piping 24, and 25 interchanged to the coolant with low conductivity, it was made to switch to the cooling fluid flow by the coolant circuit of a pyrosphere mentioned above completely.

[0022] And with the gestalt of this 1st operation, the thermostat bulb 3 which has flow characteristics as shown in drawing 5 is used as a means for realizing this. The flow characteristics shown in drawing 5 receive the amount Q_1 of cooling liquid flows which flows into the 1st valve chest 34 from the coolant piping 22 for an axis of abscissa in whenever [cooling solution temperature]. It got down from the flow rate (Q_2/Q_1) of the amount Q_2 of cooling liquid flows which flows into the 2nd valve chest 35 from the coolant piping 25 for the axis of ordinate, and considered as 100% of flow rate in the state of the full open shown in 0% of flow rate, and drawing 4 (C) in the state of the close by-pass bulb completely shown in drawing 4 (A) ($Q_2=0$) ($Q_1=0$).

[0023] Thermostat operating temperature is set as T_1 , about less than [thermostat operating temperature T_1], the flow characteristics of this thermostat bulb 3 are pyrospheres, if a low-temperature region and the thermostat operating temperature T_1 are exceeded, rather than the thermostat operating temperature T_1 , they are more than low temperature T_0 whenever [place constant temperature], and less than [thermostat operating temperature T_1] is set as the reserve operating temperature region. And in a reserve operating temperature region, increase of the rate of flow rate has become the thermostat bulb 3 starts valve-opening actuation, and very loose, when whenever [cooling solution temperature] becomes more than T_0 (the rate of flow rate in T_1 is about 10%), if T_1 is exceeded, the rate of flow rate will increase rapidly, and if temperature T_2 is reached, it is set up so that it may be opened fully ($T_0 < T_1 < T_2$).

[0024] A valve element 37 fully separates from input 22a of the coolant piping 22, and makes input 22a open greatly in a reserve operating temperature region, in thermostat BARUPU 3 which has such flow characteristics, as shown in drawing 4 (B) while it is slightly separated from free passage hole 33a and makes free passage hole 33a open a little. Consequently, the coolant which flowed into the 1st valve chest 34 by the large flow rate from the coolant piping 22, and the coolant which flowed into the 1st valve chest 34 by the fine flow rate through the 2nd valve chest 35 from the coolant piping 25 flow into the coolant piping 23 in the condition of having been mixed.

[0025] Therefore, if the coolant not more than T_0 carries out a temperature rise and approaches the thermostat operating temperature T_1 whenever [cooling solution temperature], as shown in drawing 2 The coolant with the low ion concentration through which bypassed the radiator 4 and it circulated to the fuel cell 1 when whenever [cooling solution temperature] was less than [T_0] Into (this coolant is hereafter called low-temperature circulation coolant on account of explanation) Although the coolant with ion concentration high in comparison (this coolant is hereafter called stagnation coolant on account of explanation) which was piling up in a radiator 4 and the coolant piping 24 and 25 comes to be mixed when whenever [cooling solution temperature] is less than [T_0] Since ***** of the stagnation coolant is a minute amount until whenever [cooling solution temperature] reaches the thermostat operating temperature T_1 Rather than the ion concentration of the low-temperature circulation coolant, the ion concentration of the coolant after mixing only becomes high slightly, and can supply the coolant with low conductivity to a fuel cell 1 through the coolant piping 23. Therefore, most aggravation of the conductivity of the coolant which circulates through a fuel cell 1 can be abolished, or it can hold down to the range of the conductivity which can permit a fuel cell 1.

[0026] And since a part of coolant which flows the coolant piping 23 is introduced into the ion-

exchange machine 5 through the coolant piping 26, between this reserve operating temperature region can recover quickly the conductivity of the coolant which deionizer comes to be carried out with the ion-exchange vessel 5, and circulates through a fuel cell 1 before a part of coolant after said mixing flows into a fuel cell 1 (stability).

[0027] And a fuel cell 1 can be made to circulate through the coolant with low (that is, for conductivity to be low) ion concentration from from, when whenever [cooling solution temperature] reached the thermostat operating temperature T1, the whole flow characteristics and the whole system of the thermostat bulb 3 were set up so that the coolant in a radiator 4 and the coolant piping 24, and 25 might interchange to the low-temperature circulation coolant and whenever [cooling solution temperature] moves from a low-temperature region to a pyrosphere immediately after moving to a pyrosphere. Therefore, according to the cooling approach of the fuel cell in the gestalt of the 1st operation, in all the temperature regions of the coolant, the insulating engine performance of the coolant in a fuel cell 1 can be maintained in tolerance.

[0028] [Gestalt of the 2nd operation] Next, the gestalt of implementation of the 2nd of the cooling approach of the fuel cell concerning this invention is explained with reference to the drawing of drawing 9 from drawing 6. Drawing 6 to drawing 8 is the outline block diagram of the cooling system of the fuel cell in the gestalt of the 2nd operation. The point which is the cooling structure of a system of the fuel cell in the gestalt of the 2nd operation, and was mentioned above and which is different from the thing of the gestalt of the 1st operation is as follows.

[0029] With the gestalt of the 2nd operation, the thermostat bulb 3 which has flow characteristics as shown in drawing 9 is used. the flow characteristics of this thermostat bulb 3 set thermostat operating temperature as T1' -- having -- thermostat operating temperature T1' -- about the following, if low-temperature region and thermostat operating temperature T1' is exceeded, it is a pyrosphere, and it does not have a reserve operating temperature region. Therefore, if whenever [cooling solution temperature] exceeds thermostat operating temperature T1' in the case of this thermostat bulb 3, it will almost be in a full open condition from a close-by-pass-bulb-completely condition in an instant. Moreover, between the orifices 27 and the ion-exchange machines 5 of the thermostat bulb 3 in the coolant piping 25 is connected by the coolant piping 41 which has the closing motion valve 6 on the way. [in / immediately / the upstream and the coolant piping 26]

[0030] Furthermore, in the coolant piping 23, the temperature sensor 7 for detecting the temperature of the coolant of a fuel cell 1 which flows into coolant path inlet-port 1b of a fuel cell 1 in the upstream is installed immediately. Based on whenever [cooling solution temperature / which was detected with this temperature sensor 7], closing motion control of the closing motion valve 6 is carried out. That is, when whenever [cooling solution temperature / which the closing motion valve 6 was controlled by the closed state, and was detected with the temperature sensor 7 when whenever / cooling solution temperature / which was detected with the temperature sensor 7 / was below T3] exceeds T3, the closing motion valve 6 is controlled by the open condition. Here, T3 sets up only predetermined temperature low rather than thermostat operating temperature T1' whenever [cooling solution temperature] ($T3 < T1' < T2$). Since it is the same as the thing of the gestalt of the 1st operation about other configurations, the same sign is given to the same mode part, and explanation is omitted.

[0031] Next, the cooling approach of the fuel cell in the gestalt of the 2nd operation is explained. Also in the gestalt of the 2nd operation, when the coolant is in a low-temperature region, the coolant flows so that a radiator 4 may be bypassed and it may circulate through a fuel cell 1, and at this time, the coolant is not flowing for a radiator 4 and the coolant piping 24 and 25, but it is piling up in them. Therefore, the ion concentration of the coolant which ion was eluted and is piling up from a radiator 4 and the coolant piping 24 and 25 may increase, and conductivity may increase in the meantime. Therefore, when the coolant changes from a low-temperature region to a pyrosphere and the thermostat bulb 3 switches from a clausilium condition to a valve-opening condition in an instant, the coolant with high conductivity which was piling up in a radiator 4 and the coolant piping 24 and 25 flows into the coolant path of a fuel cell 1 in large quantities through the coolant piping 23, and there is a possibility of reducing the insulating engine performance of the coolant in a fuel cell 1.

[0032] In order to cope with this, with the gestalt of this 2nd operation when whenever [cooling

solution temperature] approaches thermostat operating temperature T1' Before whenever [cooling solution temperature] reaches thermostat operating temperature T1', a part of coolant is circulated between a radiator 4 and the ion-exchange machine 5. After the ion-exchange machine's 5 having removed the ion which exists in the coolant with the high conductivity which was piling up in a radiator 4 and the coolant piping 24 and 25 and reducing the ion concentration of this coolant, it was made to switch to the coolant circuit of a pyrosphere. And with the gestalt of this 2nd operation, one thermostat bulb 3 and the closing motion valve 6 by which closing motion control is carried out with a temperature sensor 7 are used as a means for realizing this.

[0033] Hereafter, it explains, referring to the drawing of drawing 9 for the flow of the coolant from drawing 6 along with transition of whenever [cooling solution temperature]. Drawing 6 has the coolant in a low-temperature region, and shows the flow of the coolant in case whenever [cooling solution temperature] is below T3. At this time, the thermostat bulb 3 and the closing motion valve 6 are all in the close-by-pass-bulb-completely condition. Therefore, the coolant circulates through the coolant circuit in a low-temperature region. While the coolant circuit of a low-temperature region is the same as the case of the gestalt of the 1st operation and the coolant circulates through a fuel cell 1 through coolant path inlet-port 1b of the coolant path outlet 1a-> coolant piping 21 -> coolant-pump 2 -> coolant piping 22 -> thermostat bulb 3 -> coolant piping 23 -> fuel cell 1 of a fuel cell 1, a part of coolant circulates through the ion-exchange machine 5 through the coolant piping 26 and 28 and an orifice 27.

[0034] Next, in a low-temperature region, whenever [cooling solution temperature] exceeds T3, and in below thermostat operating temperature T1', as for the thermostat bulb 3, a close-by-pass-bulb-completely condition is held, and only the closing motion valve 6 will be in an open condition.

Drawing 7 shows the flow of the coolant at this time, a part of coolant which flows the coolant piping 22 by valve opening of the closing motion valve 6 flows for the coolant piping 24, and the coolant comes to be introduced into a radiator 4 while it circulates through the coolant circuit in the low-temperature region mentioned above. Consequently, the coolant with ion concentration high in comparison which was piling up in a radiator 4 and the coolant piping 24 and 25 before the closing motion valve 6 opened Pass along the coolant piping 41 and the closing motion valve 6, and it flows into the coolant piping 26 of the upstream of the ion-exchange machine 5. It will be mixed with the coolant with low ion concentration which faces to the ion-exchange machine 5 through the coolant piping 26 from the coolant piping 23, and will be introduced into the ion-exchange machine 5, and deionizer will be carried out with the ion-exchange vessel 5. Therefore, ion concentration can be reduced, without making the coolant with ion concentration high in comparison which was piling up in a radiator 4 and the coolant piping 24 and 25 flow into a fuel cell 1, before the closing motion valve 6 opens.

[0035] before [in addition,] whenever [cooling solution temperature] reaches thermostat operating temperature T1' -- the coolant in a radiator 4 and the coolant piping 24, and 25 -- whole-quantity ON ***** -- it is desirable to set operating temperature T3 of the closing motion valve 6 as predetermined beforehand, to set up the amount of cooling liquid flows which flows the coolant piping 41 like, and to form flow rate limit means, such as an orifice, in the coolant piping 41 if needed.

[0036] And if whenever [cooling solution temperature] exceeds thermostat operating temperature T1', the thermostat bulb 3 will carry out valve-opening actuation, and if whenever [cooling solution temperature] becomes more than T2 further, the thermostat bulb 3 will be in a full open condition. In addition, the closing motion valve 6 maintains an open condition in the meantime. Drawing 8 shows the flow of the coolant at this time, and the coolant circulates through the coolant circuit in a pyrosphere. The coolant circuit of a pyrosphere is the same as the case of the gestalt of the 1st operation. The coolant While circulating through a fuel cell 1 through coolant path inlet-port 1b of the coolant path outlet 1a-> coolant piping 21 -> coolant-pump 2 -> coolant piping 22 -> coolant piping 24 -> radiator 4 -> coolant piping 25 -> thermostat bulb 3 -> coolant piping 23 -> fuel cell 1 of a fuel cell 1 A part of coolant circulates through the ion-exchange machine 5 through the coolant piping 26 and 28 and an orifice 27. Moreover, since the closing motion valve 6 is open, a part of coolant which flows the coolant piping 25 flows to the ion-exchange machine 5 through the coolant piping 41 and the closing motion valve 6.

[0037] Thus, a fuel cell 1 can be made to circulate through the coolant with low (that is, for conductivity to be low) ion concentration from from, since the inside of a radiator 4 and the coolant piping 24, and 25 was already changed to the coolant with low ion concentration and the whole quantity has become the coolant with low ion concentration in the cooling-fluid-flow system, when the coolant begins to flow the coolant circuit of a pyrosphere immediately after moving to a pyrosphere. Therefore, according to the cooling approach of the fuel cell in the gestalt of the 2nd operation, in all the temperature regions of the coolant, the insulating engine performance of the coolant in a fuel cell 1 can be maintained in tolerance.

[0038] By the way, although the closing motion valve 6 is continuing introducing into the ion-exchange machine 5 a part of coolant which holds a valve-opening condition and flows the inside of the coolant piping 24 and 25 in this example even if whenever [cooling solution temperature] becomes a pyrosphere exceeding thermostat operating temperature T1' After the ion concentration (or conductivity) of the coolant which has passed along the radiator 4 falls to a predetermined value, it is not necessary to make the coolant introduce into the ion-exchange machine 5 through the coolant piping 41 originally.

[0039] Then, in the coolant piping 41, the conductivity sensor 8 for detecting the conductivity of the coolant which flows the inside of the coolant piping 24 and 25 is installed in the upstream of the closing motion valve 6, when the conductivity of the coolant detected by the conductivity sensor 8 becomes below a predetermined value, the closing motion valve 6 is closed, and you may make it suspend the deionizer processing which is made to circulate through the coolant and carries out deionizer between a radiator 4 and the ion-exchange machine 5. If it does in this way, and the amount of the coolant through which it circulates, without passing along a fuel cell 1 among the coolant cooled by the radiator 4 can be decreased and it will put in another way when the coolant is in a pyrosphere, the amount of the coolant through which it circulates to a fuel cell 1 among the coolant cooled by the radiator 4 can be increased, consequently the refrigeration capacity to a fuel cell 1 can be raised.

[0040] [Gestalt of the 3rd operation] Next, the gestalt of implementation of the 3rd of the cooling approach of the fuel cell concerning this invention is explained with reference to the drawing of drawing 12 from drawing 10 . The basic principle of the cooling approach of the fuel cell in the gestalt of the 3rd operation is the same as radical Motohara ** in the gestalt of the 2nd operation, and both difference is in the implementation means. namely, in the gestalt of this 3rd operation as well as the case of the gestalt of the 2nd operation when whenever [cooling solution temperature] approaches thermostat operating temperature T1' Before whenever [cooling solution temperature] reaches thermostat operating temperature T1', a part of coolant is circulated between a radiator 4 and the ion-exchange machine 5. Although it switches to the coolant circuit of a pyrosphere after the ion-exchange machine's 5 removing the ion which exists in the coolant with the high conductivity which was piling up in a radiator 4 and the coolant piping 24 and 25 and reducing the ion concentration of this coolant As a means for realizing this, two thermostat bulbs 3A and 3B by which thermostat operating temperature differs are used with the gestalt of the 3rd operation.

[0041] In the cooling structure of a system of the fuel cell in the gestalt of the 3rd operation, difference with the gestalt of the 2nd operation is explained with reference to the drawing of drawing 12 from drawing 10 . In addition, the same sign is given to the same mode part as the gestalt of the 2nd operation, and explanation is omitted. 2nd thermostat bulb 3B is equivalent to the thermostat bulb 3 in the gestalt of the 2nd operation, and this 2nd thermostat bulb 3B is connected to the coolant piping 22 of the lower stream of a river of a coolant pump 2, the coolant piping 25 of the lower stream of a river of a radiator 4, and the coolant piping 23 connected to coolant path inlet-port 1b of a fuel cell 1 like the gestalt of the 2nd operation.

[0042] And the coolant piping 24 of the upstream of a radiator 4 is connected to the 1st valve chest 34 of 1st thermostat bulb 3A through the coolant piping 42, and the coolant piping 25 of the lower stream of a river of a radiator 4 is connected to the 2nd valve chest 35 of 1st thermostat bulb 3A through the coolant piping 43. Moreover, the 1st valve chest 34 of 1st thermostat BARUPU 3A is connected to the ion-exchange machine 5 through the coolant piping 44 equipped with the orifice 27. In this 1st thermostat bulb 3A, the direction of the coolant piping 42 is opened and closed by the valve element 37 among the coolant piping 42 and 44 connected to the 1st valve chest 34.

[0043] Moreover, although thermostat operating temperature (2nd thermostat operating temperature) T1b' of 2nd thermostat bulb 3B is the same as the thermostat bulb 3 in the gestalt of the 2nd operation, thermostat operating temperature (1st thermostat operating temperature) T1a' of 1st thermostat bulb 3A is set as temperature lower than thermostat operating temperature T1b' of 2nd thermostat bulb 3B ($T1a' < T1b'$). Thus, in the constituted cooling system, the function which 2nd thermostat bulb 3B switches to the coolant circuit of a low-temperature region and the coolant circuit of a pyrosphere is achieved, and 1st thermostat bulb 3A achieves the function of the closing motion valve 6 in the gestalt of the 2nd operation, and a temperature sensor 7.

[0044] Hereafter, the flow of the coolant is explained along with transition of whenever [cooling solution temperature]. Drawing 10 has the coolant in a low-temperature region, and shows the flow of the coolant in case whenever [cooling solution temperature] is below thermostat operating temperature T1a' of 1st thermostat bulb 3A. At this time, the thermostat bulbs 3A and 3B are all in the close-by-pass-bulb-completely condition. Therefore, the coolant circulates through the coolant circuit in a low-temperature region. the coolant circuit of a low-temperature region -- the case of the gestalt of the 2nd operation -- the same -- the coolant -- coolant path outlet 1a-> coolant piping 21 -> coolant-pump 2 -> coolant piping of a fuel cell 1 -- it circulates through a fuel cell 1 through coolant path inlet-port 1b of the 22 -> 2nd thermostat bulb 3B-> coolant piping 23 -> fuel cell 1. Moreover, it is introduced into the 1st valve chest 34 of 2nd thermostat bulb 3B through the coolant piping 24 and 42, and further, after a part of coolant which can come, simultaneously flows the coolant piping 22 is introduced into the ion-exchange machine 5 through the coolant piping 44 and an orifice 27 and deionizer is carried out with the ion-exchange vessel 5, it is attracted by the coolant pump 2 through the coolant piping 28, and circulates.

[0045] next, a low-temperature region -- setting -- whenever [cooling solution temperature] -- thermostat operating temperature T1a' of 1st thermostat bulb 3A -- exceeding -- and thermostat operating temperature T1b' of 2nd thermostat bulb 3B -- if it becomes below, 2nd thermostat bulb 3B holds a close-by-pass-bulb-completely condition, and only 1st thermostat bulb 3A will be in a full open condition. A part of coolant which the coolant will not flow from the coolant piping 42 to 1st thermostat BARUPU3A by drawing 11 showing the flow of the coolant at this time when 1st thermostat bulb 3A will be in a full open condition, while the coolant circulates through the coolant circuit in the low-temperature region mentioned above, instead flows the coolant piping 22 flows for the coolant piping 24, and it comes to be introduced into a radiator 4. Consequently, the coolant with ion concentration high in comparison which was piling up in a radiator 4 and the coolant piping 24 and 25 before the closing motion valve 6 opened will flow into the ion-exchange machine 5 through the 2nd valve chest 35 of the coolant piping 25 and 43 and 1st thermostat bulb 3A and the 1st valve chest 34, the coolant piping 44, and an orifice 27, and deionizer will be carried out with the ion-exchange vessel 5. Therefore, ion concentration can be reduced, without making the coolant with ion concentration high in comparison which was piling up in a radiator 4 and the coolant piping 24 and 25 flow into a fuel cell 1, before 2nd thermostat bulb 3B opens.

[0046] before [in addition,] whenever [cooling solution temperature] reaches thermostat operating temperature T1b' of 2nd thermostat bulb 3B -- the coolant in a radiator 4 and the coolant piping 24, and 25 -- whole-quantity ON ***** -- it is desirable to set thermostat operating temperature T1a' of 1st thermostat bulb 3A as predetermined beforehand, and to set up the amount of cooling liquid flows which flows the coolant piping 44 like.

[0047] And if whenever [cooling solution temperature] exceeds thermostat operating temperature T1b' of 2nd thermostat bulb 3B, the 1st and 2nd thermostat bulbs 3A and 3B will all be in a full open condition. Drawing 12 shows the flow of the coolant at this time, and the coolant circulates through the coolant circuit in a pyrosphere. the coolant circuit of a pyrosphere -- the case of the gestalt of the 2nd operation -- the same -- the coolant -- coolant path outlet 1a-> coolant piping 21 -> coolant-pump 2 -> coolant piping 22 -> coolant piping 24 -> radiator 4 -> coolant piping of a fuel cell 1 -- it circulates through a fuel cell 1 through coolant path inlet-port 1b of the 25 -> 2nd thermostat bulb 3B-> coolant piping 23 -> fuel cell 1. Moreover, a part of coolant which can come, simultaneously flows the coolant piping 25 is introduced into the ion-exchange machine 5 through the 2nd valve chest 35 of the coolant piping 43 and 1st thermostat bulb 3A and the 1st valve chest 34, the coolant piping 44, and an orifice 27, it is attracted by the coolant pump 2 through the coolant piping 28, and

circulates.

[0048] Thus, a fuel cell 1 can be made to circulate through the coolant with low (that is, for conductivity to be low) ion concentration from from, since the inside of a radiator 4 and the coolant piping 24, and 25 was already changed to the coolant with low ion concentration and the whole quantity has become the coolant with low ion concentration in the cooling-fluid-flow system, when the coolant begins to flow the coolant circuit of a pyrosphere immediately after moving to a pyrosphere. Therefore, according to the cooling approach of the fuel cell in the gestalt of the 3rd operation, in all the temperature regions of the coolant, the insulating engine performance of the coolant in a fuel cell 1 can be maintained in tolerance.

[0049] Gestalt] of operation of others [[] In addition, this invention is not restricted to the gestalt of operation mentioned above. With the gestalt of operation mentioned above, in any case, the ion-exchange machine is connected in juxtaposition to a fuel cell, but even if it connects an ion-exchange machine to a serial to a fuel cell, this invention is materialized.

[0050]

[Effect of the Invention] Even if the ion concentration of the coolant in a heat exchanger becomes high according to invention indicated to claim 1 when whenever [cooling solution temperature] is below thermostat operating temperature so that it may explain above Since a fuel cell can be supplied after mixing this coolant with the coolant which lowered ion concentration beforehand and thinning ion concentration It can prevent that the coolant of high ion concentration is introduced into a fuel cell, and the outstanding effectiveness that a fuel cell can be maintained at the condition of having been stabilized electrically is done so.

[0051] When whenever [cooling solution temperature] is below thermostat operating temperature, even if the ion concentration of the coolant in a heat exchanger becomes high according to invention indicated to claim 2 Since ion can be removed out of the coolant with said high ion concentration by the time whenever [cooling solution temperature] reaches thermostat operating temperature, and ion concentration can be reduced The very low coolant of ion concentration can be introduced into a fuel cell from from immediately after circulating the coolant between a fuel cell and a heat exchanger, and the outstanding effectiveness that a fuel cell can be maintained at the condition of having been stabilized electrically is done so.

[0052] Since according to invention indicated to claim 3 the amount of cooling liquid flows which the coolant is no longer introduced into an ion-exchange machine from a heat exchanger, and comes out of a heat exchanger and is introduced into a fuel cell can be increased after the conductivity of the coolant fell below to the predetermined value, it is effective in the ability to improve the cooling engine performance to a fuel cell.

[0053] When whenever [cooling solution temperature] is below the 1st thermostat operating temperature, even if the ion concentration of the coolant in a heat exchanger becomes high according to invention according to claim 4 Since ion can be removed out of the coolant with said high ion concentration by the time whenever [cooling solution temperature] reaches the 2nd thermostat operating temperature, and ion concentration can be reduced The very low coolant of ion concentration can be introduced into a fuel cell from from immediately after circulating the coolant between a fuel cell and a heat exchanger, and the outstanding effectiveness that a fuel cell can be maintained at the condition of having been stabilized electrically is done so.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a system configuration Fig. in the gestalt of the operation of the 1st of a fuel cell system which can enforce the cooling approach of the fuel cell concerning this invention, and is drawing (that 1) showing the flow of the coolant in a low-temperature region.

[Drawing 2] It is a system configuration Fig. in the gestalt of said 1st operation, and is drawing (the 2) showing the flow of the coolant in a low-temperature region.

[Drawing 3] It is a system configuration Fig. in the gestalt of said 1st operation, and is drawing showing the flow of the coolant in a pyrosphere.

[Drawing 4] It is drawing for explaining actuation of the thermostat bulb used in the gestalt of said 1st operation.

[Drawing 5] It is the flow-characteristics Fig. of the thermostat bulb of said 1st operation.

[Drawing 6] It is a system configuration Fig. in the gestalt of the operation of the 2nd of a fuel cell system which can enforce the cooling approach of the fuel cell concerning this invention, and is drawing (that 1) showing the flow of the coolant in a low-temperature region.

[Drawing 7] It is a system configuration Fig. in the gestalt of said 2nd operation, and is drawing (the 2) showing the flow of the coolant in a low-temperature region.

[Drawing 8] It is a system configuration Fig. in the gestalt of said 2nd operation, and is drawing showing the flow of the coolant in a pyrosphere.

[Drawing 9] It is the flow-characteristics Fig. of the thermostat bulb used in the gestalt of said 2nd operation.

[Drawing 10] It is a system configuration Fig. in the gestalt of the operation of the 3rd of a fuel cell system which can enforce the cooling approach of the fuel cell concerning this invention, and is drawing (that 1) showing the flow of the coolant in a low-temperature region.

[Drawing 11] It is a system configuration Fig. in the gestalt of said 3rd operation, and is drawing (the 2) showing the flow of the coolant in a low-temperature region.

[Drawing 12] It is a system configuration Fig. in the gestalt of said 3rd operation, and is drawing showing the flow of the coolant in a pyrosphere.

[Description of Notations]

1 Fuel Cell

4 Radiator (Heat Exchanger)

5 Ion-Exchange Machine

8 Conductivity Sensor

[Translation done.]

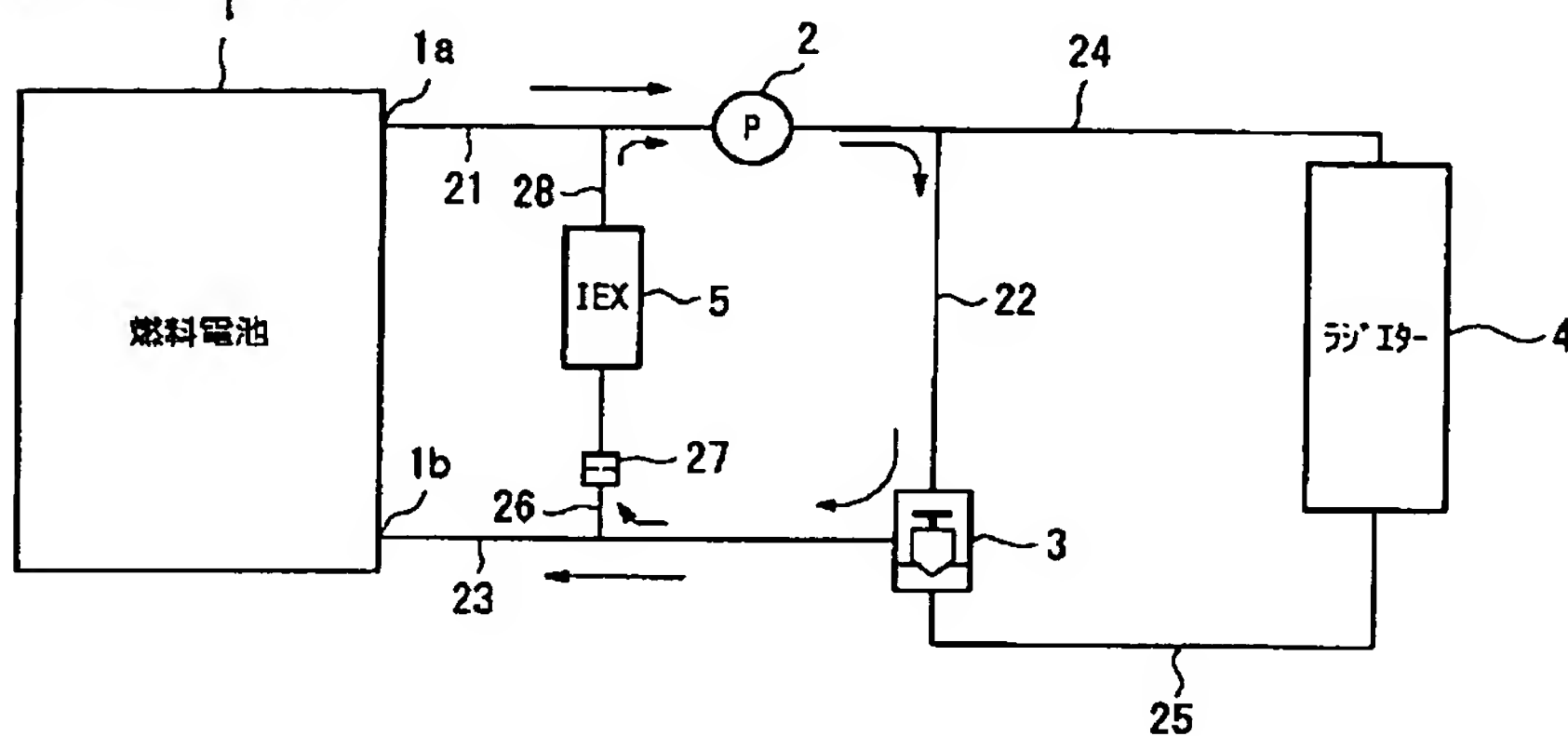
* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

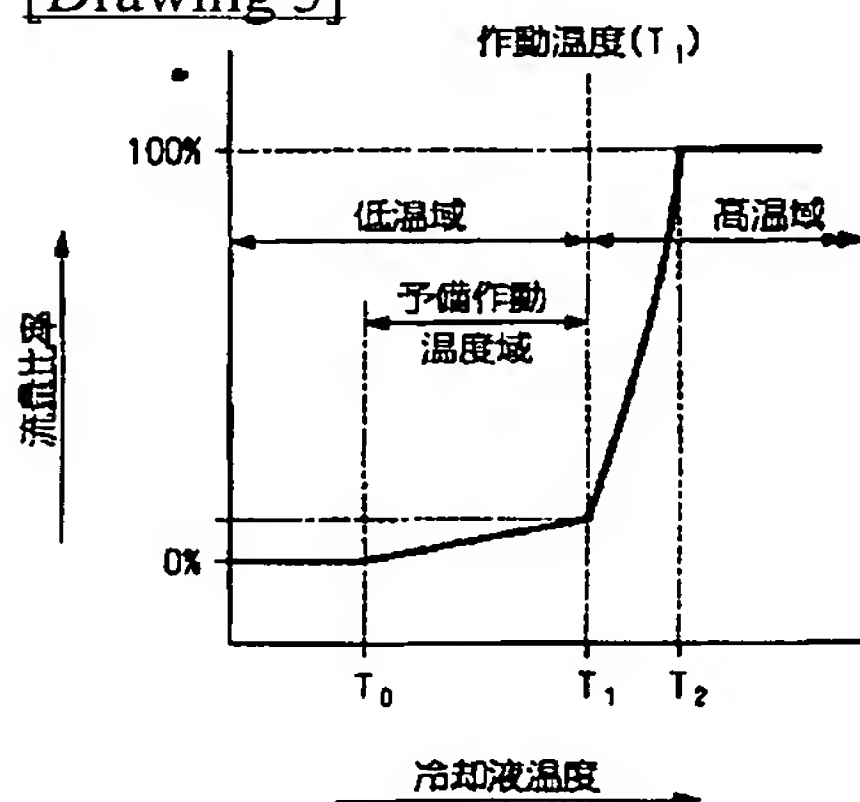
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

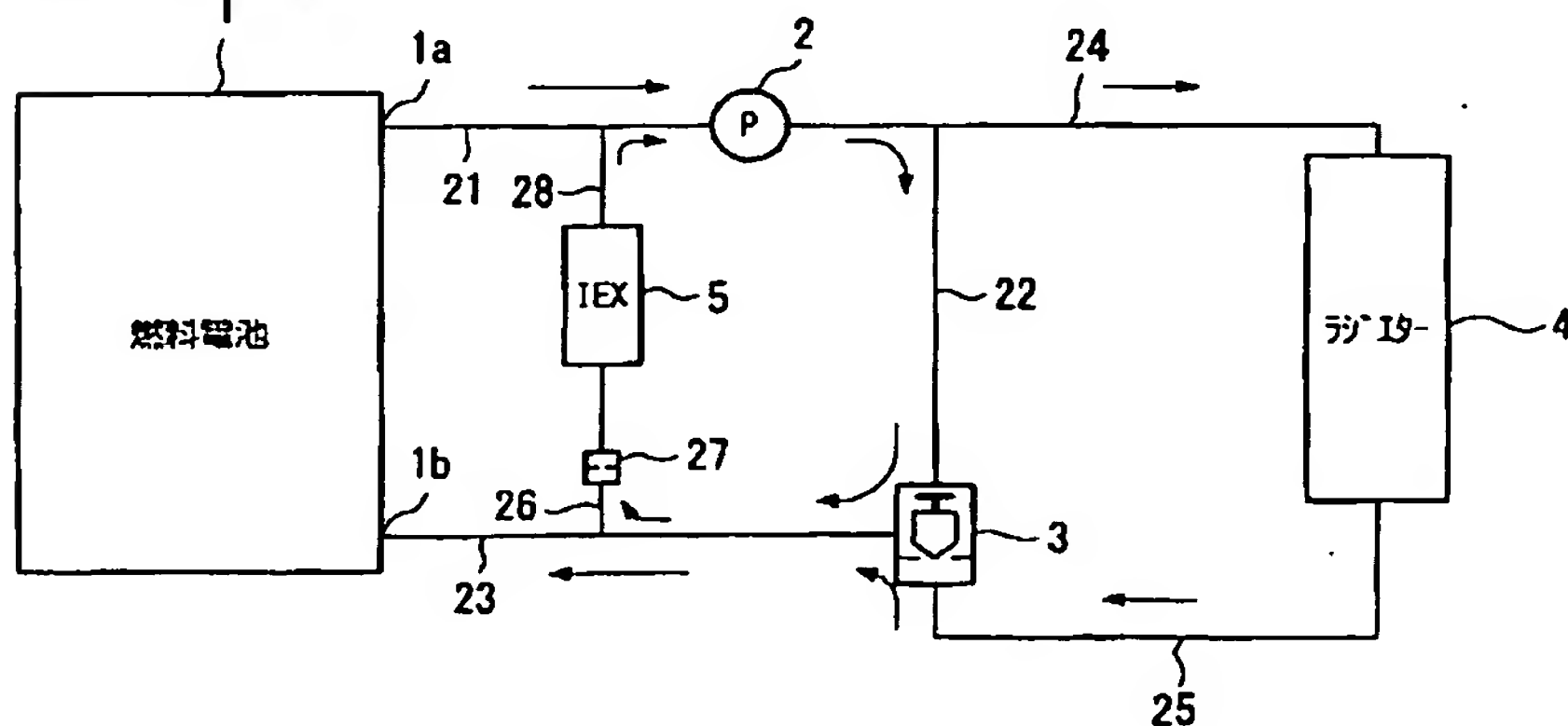
[Drawing 1]



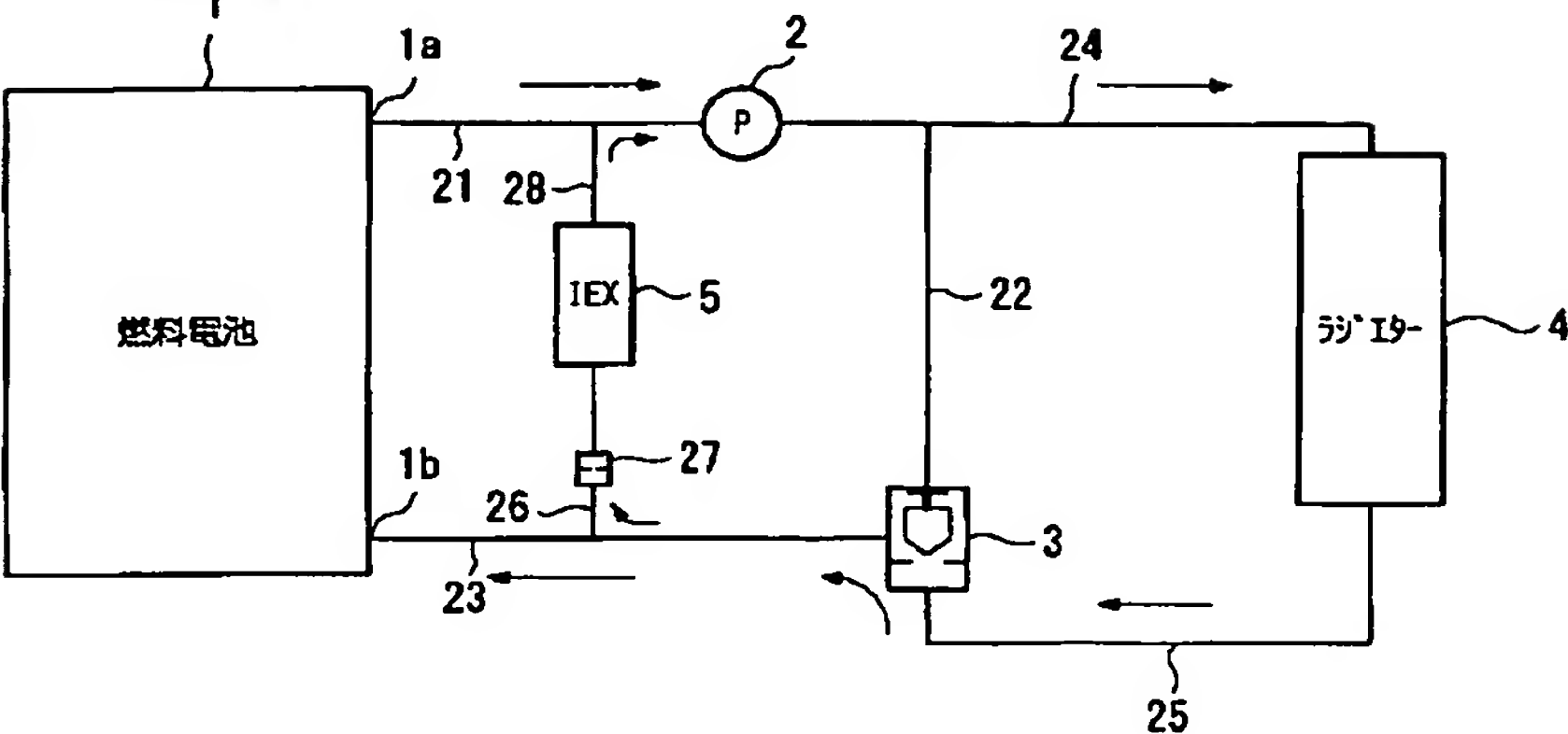
[Drawing 5]



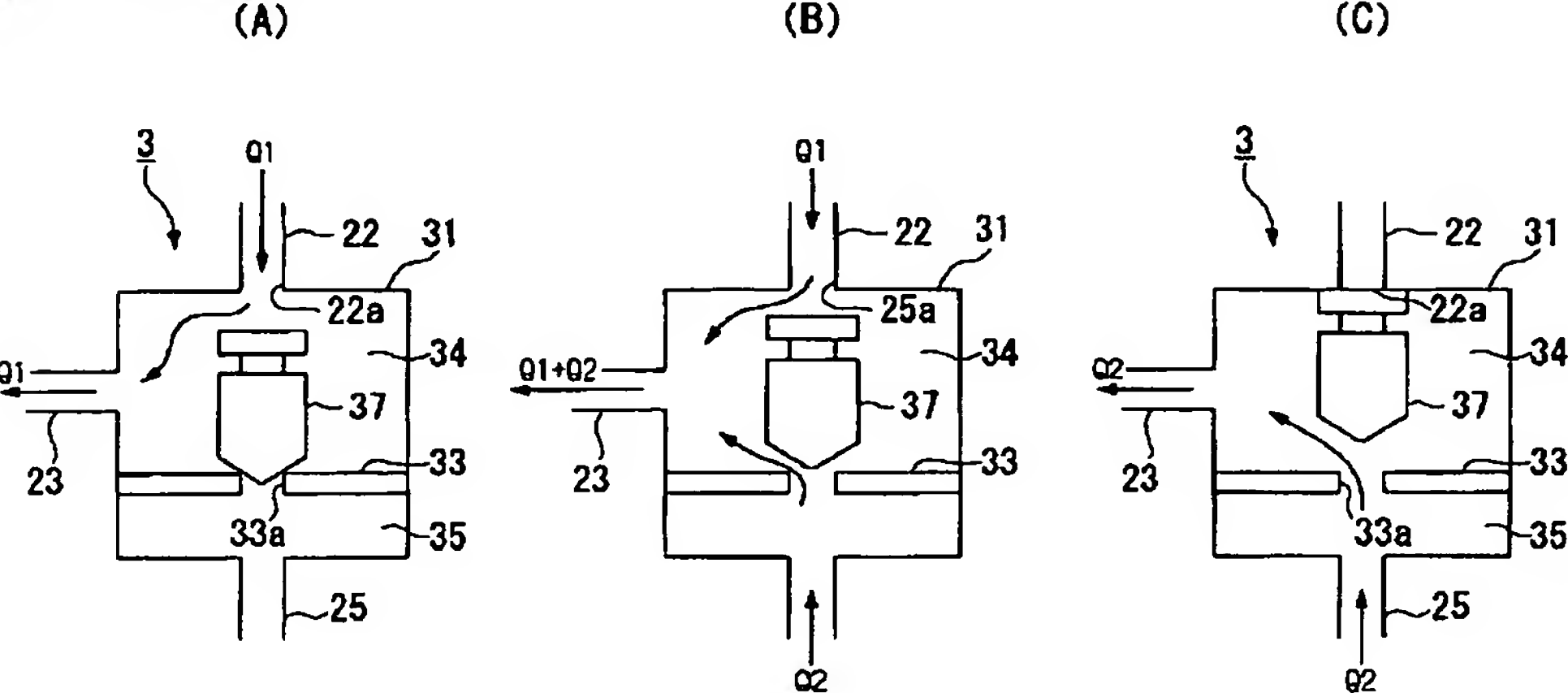
[Drawing 2]



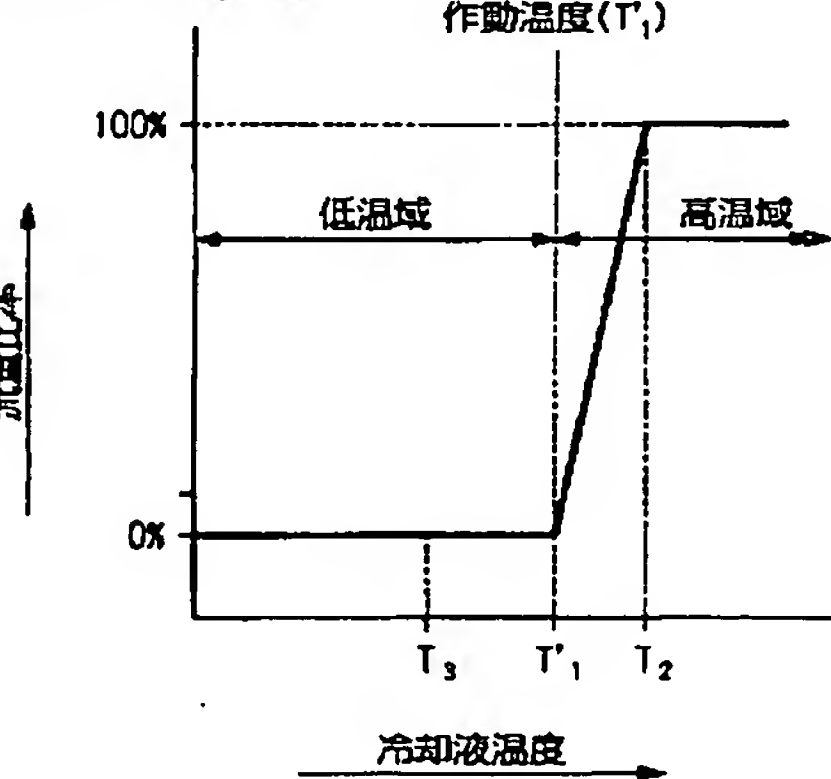
[Drawing 3]



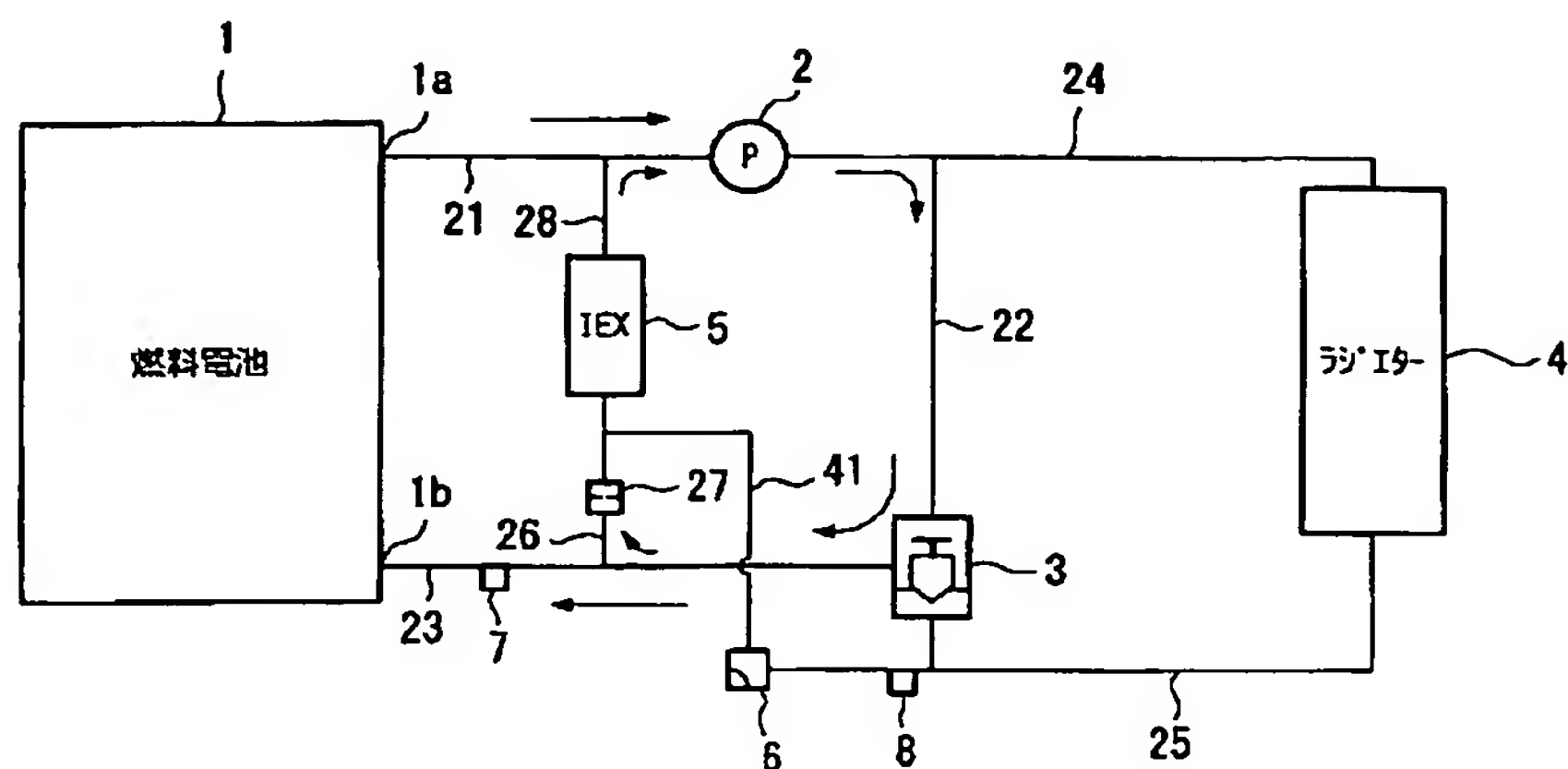
[Drawing 4]



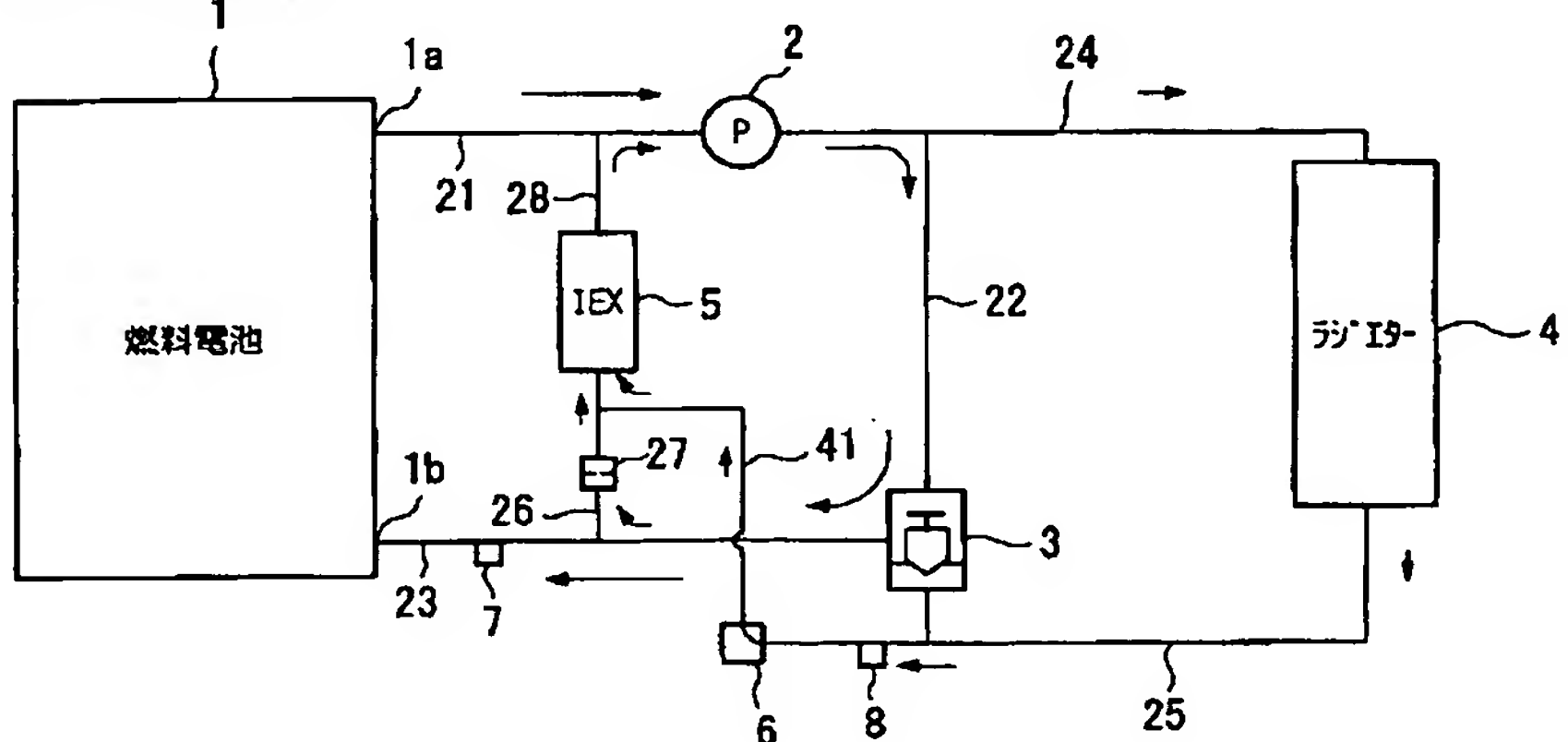
[Drawing 9]



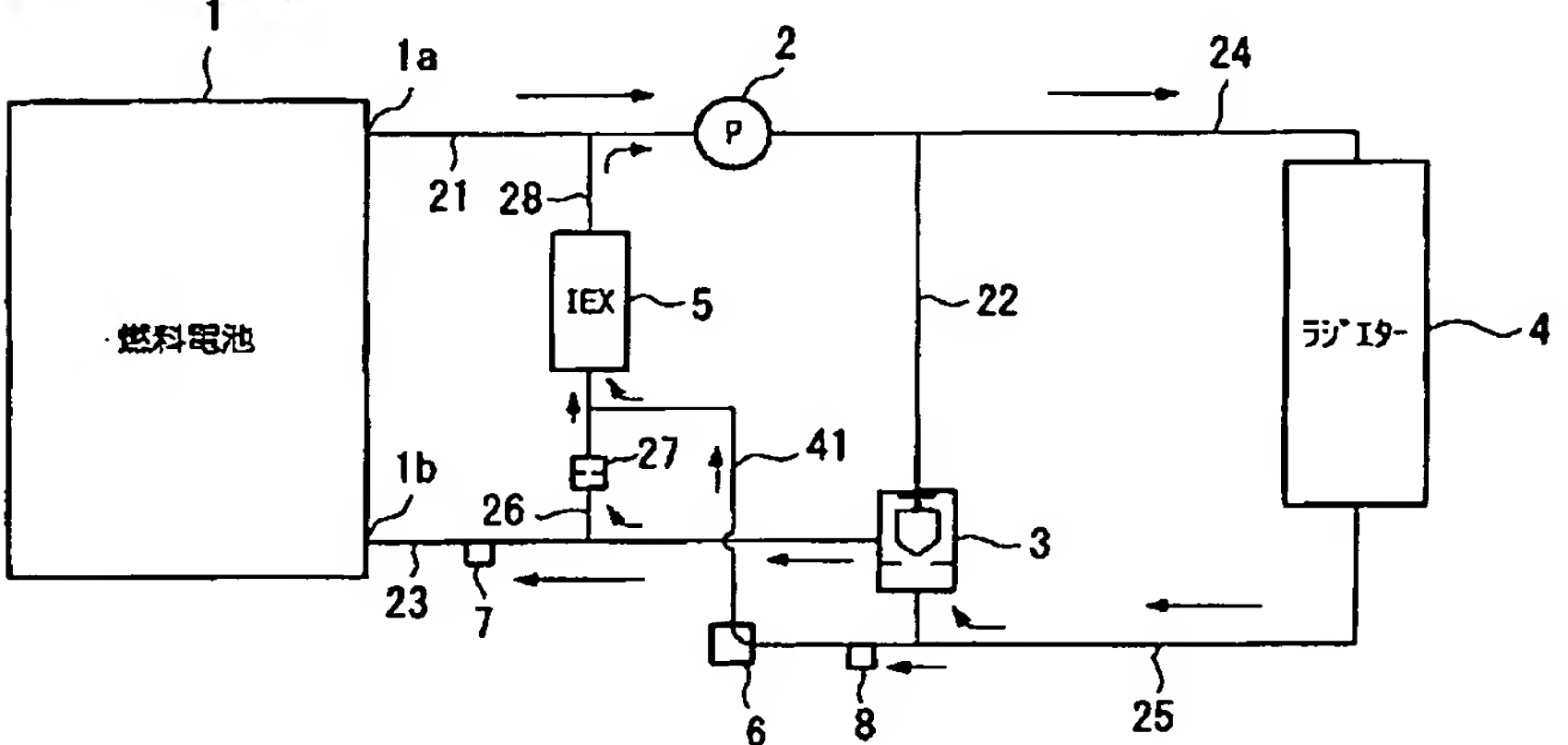
[Drawing 6]



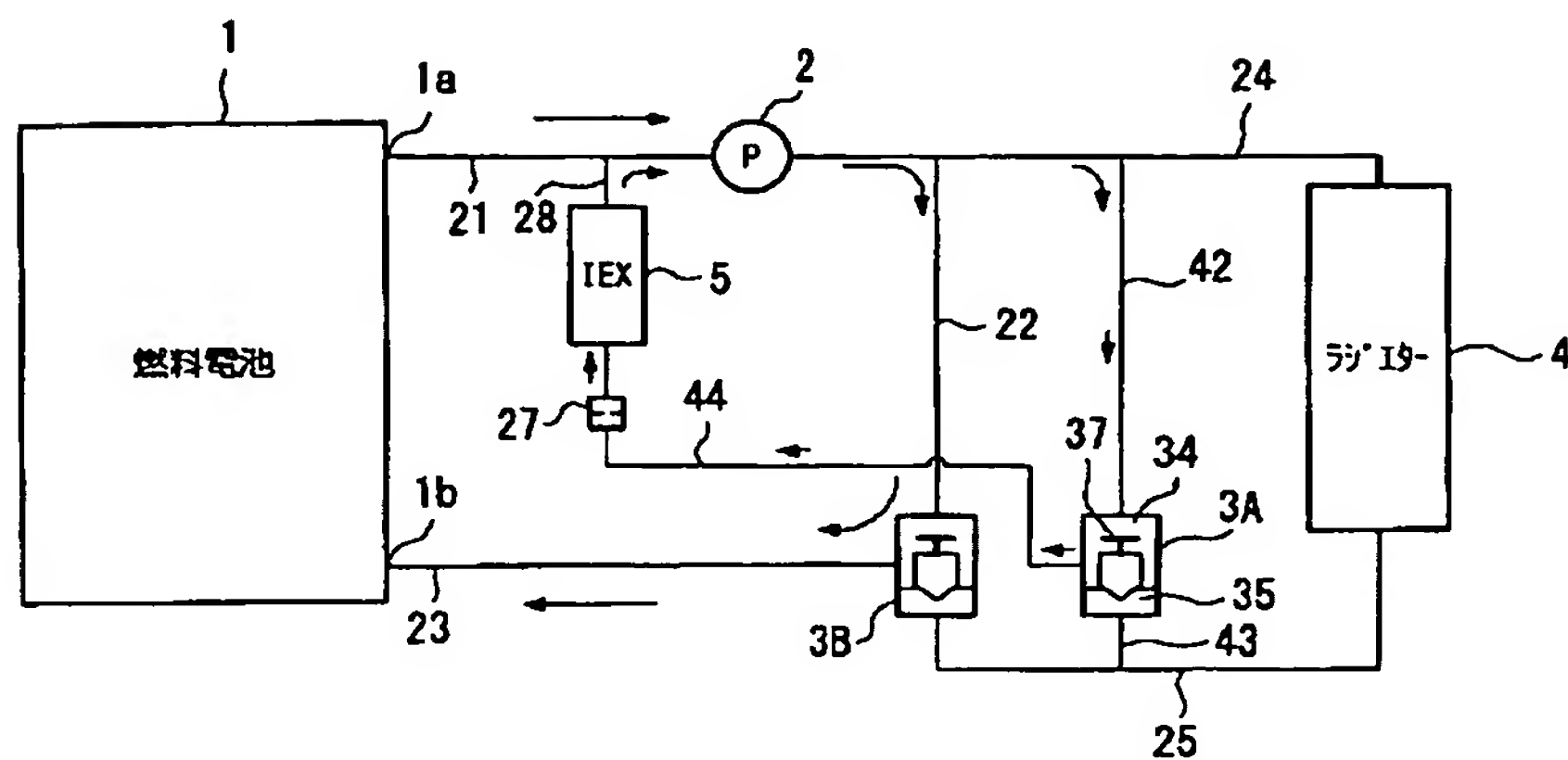
[Drawing 7]



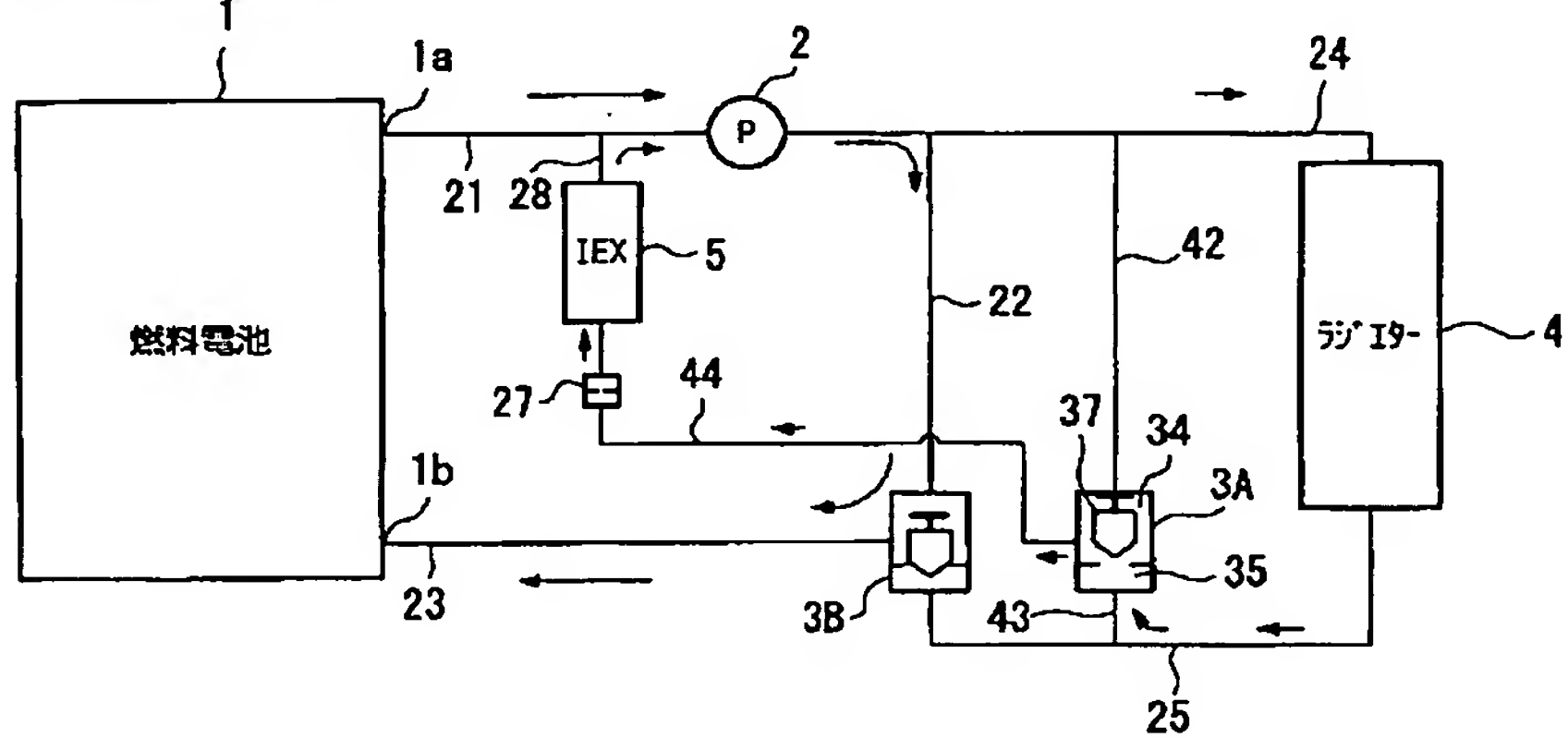
[Drawing 8]



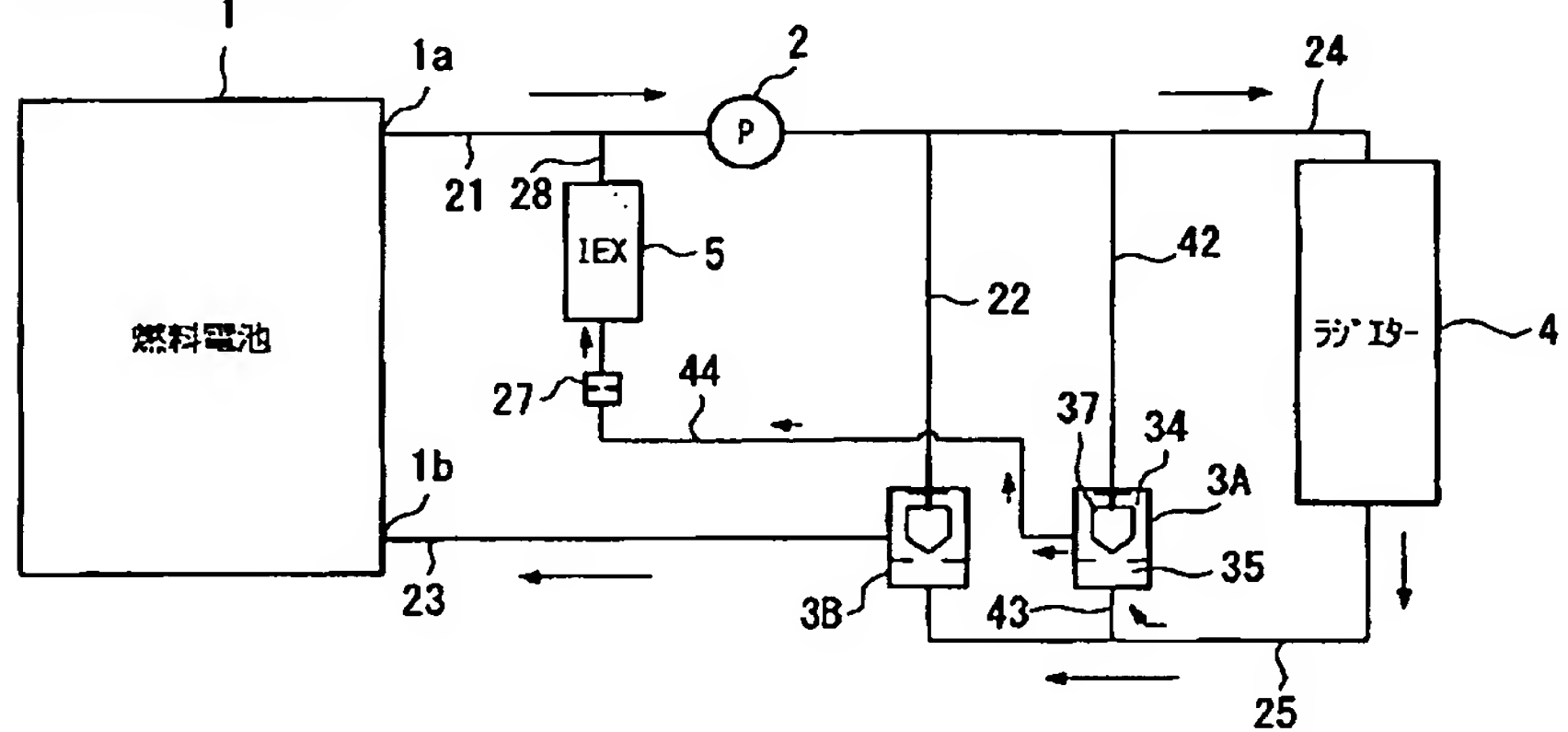
[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-123813
(P2003-123813A)

(43)公開日 平成15年4月25日(2003.4.25)

(51)Int.Cl.⁷
H01M 8/04

識別記号

F I
H01M 8/04

テームト(参考)
T 5H027
J

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 12 頁)

(21)出願番号	特願2001-318158(P2001-318158)	(71)出願人	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22)出願日	平成13年10月16日(2001.10.16)	(72)発明者	今関 光晴 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会 社本田技術研究所内
		(72)発明者	牛尾 健 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会 社本田技術研究所内
		(74)代理人	100064908 弁理士 志賀 正武 (外5名)

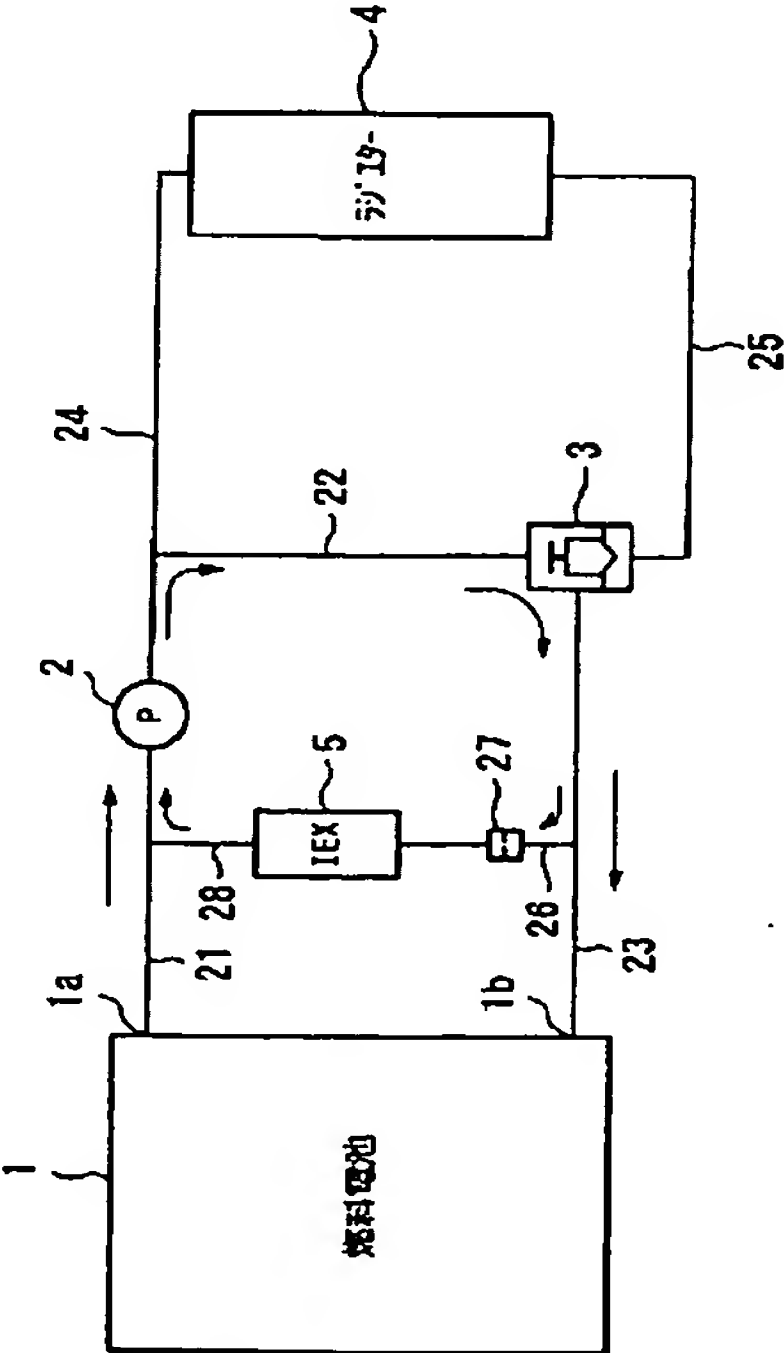
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料電池の冷却方法

(57)【要約】

【課題】 導電率の高い冷却液が燃料電池に流れないようにする。

【解決手段】 燃料電池1の発電に伴う発熱を、冷却液を循環させてラジエター4により放熱する燃料電池1の冷却方法において、冷却液中に存在するイオンを除去するイオン交換器5を、冷却液循環系に設け、冷却液温度がサーモスタットバルブ3の作動温度（すなわち、サーモスタット作動温度）以下では、冷却液を燃料電池1とイオン交換器5の間で循環させてイオン濃度を下げておき、冷却液温度がサーモスタット作動温度に近づいた時は、燃料電池1から排出される冷却液の一部をラジエター4へ送り、ラジエター4から戻る冷却液を、前記イオン濃度を下げておいた冷却液と混合して燃料電池1に戻し、冷却液温度がサーモスタット作動温度に達した後は、冷却液を燃料電池1とラジエター4の間で循環させて燃料電池1を冷却する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池の発電に伴う発熱を、冷却液を循環させて熱交換器により放熱する燃料電池の冷却方法において、

冷却液中に存在するイオンを除去するイオン交換器を、冷却液循環系に設け、

冷却液温度がサーモスタット作動温度以下では、冷却液を燃料電池とイオン交換器の間で循環させてイオン濃度を下げておき、

冷却液温度がサーモスタット作動温度に近づいた時は、燃料電池から排出される冷却液の一部を熱交換器へ送り、熱交換器から戻る冷却液を、前記イオン濃度を下げておいた冷却液と混合して燃料電池に戻し、

冷却液温度がサーモスタット作動温度に達した後は、冷却液を燃料電池と熱交換器の間で循環させて燃料電池を冷却することを特徴とする燃料電池の冷却方法。

【請求項 2】 燃料電池の発電に伴う発熱を、冷却液を循環させて熱交換器により放熱する燃料電池の冷却方法において、

冷却液中に存在するイオンを除去するイオン交換器を、冷却液循環系に設け、

冷却液温度がサーモスタット作動温度以下では、冷却液を燃料電池とイオン交換器の間で循環させて、冷却液中のイオンを除去し、

冷却液温度がサーモスタット作動温度に近づいた時は、冷却液の一部を熱交換器とイオン交換器の間で循環させて、熱交換器の冷却液中のイオンを除去し、

冷却液温度がサーモスタット作動温度に達した後は、冷却液を燃料電池と熱交換器の間で循環させて燃料電池を冷却することを特徴とする燃料電池の冷却方法。

【請求項 3】 冷却液の導電率を検出する導電率センサを設け、導電率が所定値以下に低下した時は、熱交換器とイオン交換器の間で冷却液を循環させるイオン除去処理を停止することを特徴とする請求項 2 に記載の燃料電池の冷却方法。

【請求項 4】 燃料電池の発電に伴う発熱を、冷却液を循環させて熱交換器により放熱する燃料電池の冷却方法において、

冷却液中に存在するイオンを除去するイオン交換器を、冷却液循環系に設け、

冷却液温度が第 1 のサーモスタット作動温度以下では、冷却液を燃料電池とイオン交換器の間で循環させて、冷却液中のイオンを除去し、

冷却液温度が第 1 のサーモスタット作動温度を越え、第 2 のサーモスタット作動温度以下では、冷却液の一部を熱交換器とイオン交換器の間で循環させて、熱交換器の冷却液中のイオンを除去し、

冷却液温度が第 2 のサーモスタット作動温度に達した後は、冷却液を燃料電池と熱交換器の間で循環させて燃料電池を冷却することを特徴とする燃料電池の冷却方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、燃料電池の発電に伴う発熱を、冷却液を循環させて熱交換器により放熱する燃料電池の冷却方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 燃料電池自動車等に搭載される燃料電池には、例えば固体ポリマーイオン交換膜等からなる固体高分子電解質膜をアノードとカソードとで両側から挟み込み、さらにその外側を一对の導電性セパレータで挟持して形成されたセルを複数積層して構成されたスタックからなり、各セルのアノードに燃料ガス（例えば、水素ガスなど）を供給し、カソードに酸化剤ガス（例えば、酸素を含む空気など）を供給して発電を行うものがある。この燃料電池においては、アノードで触媒反応により発生した水素イオンが、固体高分子電解質膜を通過してカソードまで移動し、カソードで酸素と電気化学反応を起こして発電する。

【0003】 また、この種の燃料電池では発電に伴って発熱するので、燃料電池を所定の作動温度範囲に収めるように、各セルのセパレータに形成された冷却液通路に冷却液を流して燃料電池を冷却しており、さらに、この冷却液を熱交換器により放熱して冷却している。このような冷却システムを備えている場合、寒冷環境時や低出力運転時などに燃料電池を過冷却させないように放熱量を制御する必要がある。従来の放熱量制御の一手法として、温度に応じてサーモスタットバルブで冷却液回路を切り換える方法がある。この方法では、冷却液がサーモスタットバルブの作動温度（以下、サーモスタット作動温度という）以下の低温域では熱交換器を迂回させて燃料電池に冷却液を循環させ、前記サーモスタット作動温度を超える高温域では熱交換器を通して燃料電池に冷却液を循環させるように流路を切り換える。

【0004】 また、このように冷却液でセパレータを直接冷却する冷却システムを採用する場合、冷却液を通じて漏電が生じないように冷却液の導電率を低く抑えなければならず、そのため、冷却液をイオン交換器等に通し、冷却液中に存在するイオンを除去し、冷却液の導電率を低く保つようにしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前述したサーモスタットバルブで冷却液回路を切り換えて放熱量制御を行うシステムの場合、低温域で熱交換器をバイパスして冷却液を循環させている時には、熱交換器およびこれに冷却液を循環せしめる流路内で冷却液が滞留しており、熱交換器等からイオンが溶出して滞留している冷却液の導電率が高まることがある。このように低温域において熱交換器などに滞留する冷却液の導電率が高まると、暖機完了で冷却液回路が切り換えられた時に、熱交換器に滞留していた導電率の高い冷却液が燃料電池に

導入される虞がある。

【0006】従来は、このような事態に陥らないように、熱交換器や冷却液の循環配管の材料にイオン溶出の極めて少ない材料を使用することで対応していたが、そのようにすると、熱交換器の形状や製造方法等に制約を受けることとなり、また、熱交換器の大型化や重量増大、コストアップなどを引き起こした。また、イオン溶出を低減するように熱交換器等の内部にコーティングを施す等で対処する方法もあるが、コーティングが劣化するとイオンが溶け出す場合もある。そこで、この発明は、サーモスタット作動温度に近づいた時に、一部の冷却液に対して所定の処理を行うことによって、冷却液の導電率の上昇を抑制するようにした燃料電池の冷却方法を提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1に記載した発明は、燃料電池（例えば、後述する実施の形態における燃料電池1）の発電に伴う発熱を、冷却液を循環させて熱交換器（例えば、後述する実施の形態におけるラジエター4）により放熱する燃料電池の冷却方法において、冷却液中に存在するイオンを除去するイオン交換器（例えば、後述する実施の形態におけるイオン交換器5）を、冷却液循環系に設け、冷却液温度がサーモスタット作動温度以下では、冷却液を燃料電池とイオン交換器の間で循環させてイオン濃度を下げておき、冷却液温度がサーモスタット作動温度に近づいた時は、燃料電池から排出される冷却液の一部を熱交換器へ送り、熱交換器から戻る冷却液を、前記イオン濃度を下げておいた冷却液と混合して燃料電池に戻し、冷却液温度がサーモスタット作動温度に達した後は、冷却液を燃料電池と熱交換器の間で循環させて燃料電池を冷却することを特徴とする。このように構成することにより、冷却液温度がサーモスタット作動温度以下の時に熱交換器中の冷却液のイオン濃度が高くなっても、この冷却液を予めイオン濃度を下げておいた冷却液と混合して、イオン濃度を薄めてから燃料電池に供給することができる。

【0008】請求項2に記載した発明は、燃料電池（例えば、後述する実施の形態における燃料電池1）の発電に伴う発熱を、冷却液を循環させて熱交換器（例えば、後述する実施の形態におけるラジエター4）により放熱する燃料電池の冷却方法において、冷却液中に存在するイオンを除去するイオン交換器（例えば、後述する実施の形態におけるイオン交換器5）を、冷却液循環系に設け、冷却液温度がサーモスタット作動温度以下では、冷却液を燃料電池とイオン交換器の間で循環させて、冷却液中のイオンを除去し、冷却液温度がサーモスタット作動温度に近づいた時は、冷却液の一部を熱交換器とイオン交換器の間で循環させて、熱交換器の冷却液中のイオンを除去し、冷却液温度がサーモスタット作動温度に達

した後は、冷却液を燃料電池と熱交換器の間で循環させて燃料電池を冷却することを特徴とする。このように構成することにより、冷却液温度がサーモスタット作動温度以下の時に熱交換器中の冷却液のイオン濃度が高くなっても、冷却液温度がサーモスタット作動温度に達するまでに、前記イオン濃度の高い冷却液中からイオンを除去してイオン濃度を低下させることができる。

【0009】請求項3に記載した発明は、請求項2に記載の発明において、冷却液の導電率を検出する導電率センサ（例えば、後述する実施の形態における導電率センサ8）を設け、導電率が所定値以下に低下した時は、熱交換器とイオン交換器の間で冷却液を循環させるイオン除去処理を停止することを特徴とする。このように構成することにより、冷却液の導電率が所定値以下に低下した以後は、熱交換器からイオン交換器に冷却液が導入されなくなり、熱交換器を出て燃料電池に導入される冷却液流量を増やすことができる。

【0010】請求項4に記載した発明は、燃料電池（例えば、後述する実施の形態における燃料電池1）の発電に伴う発熱を、冷却液を循環させて熱交換器（例えば、後述する実施の形態におけるラジエター4）により放熱する燃料電池の冷却方法において、冷却液中に存在するイオンを除去するイオン交換器（例えば、後述する実施の形態におけるイオン交換器5）を、冷却液循環系に設け、冷却液温度が第1のサーモスタット作動温度以下では、冷却液を燃料電池とイオン交換器の間で循環させて、冷却液中のイオンを除去し、冷却液温度が第1のサーモスタット作動温度を越え、第2のサーモスタット作動温度以下では、冷却液の一部を熱交換器とイオン交換器の間で循環させて、熱交換器の冷却液中のイオンを除去し、冷却液温度が第2のサーモスタット作動温度に達した後は、冷却液を燃料電池と熱交換器の間で循環させて燃料電池を冷却することを特徴とする。このように構成することにより、冷却液温度が第1のサーモスタット作動温度以下の時に熱交換器中の冷却液のイオン濃度が高くなっても、冷却液温度が第2のサーモスタット作動温度に達するまでに、前記イオン濃度の高い冷却液中からイオンを除去してイオン濃度を低下させることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、この発明に係る燃料電池の冷却方法の実施の形態を図1から図12の図面を参照して説明する。なお、以下に説明する各実施の形態における燃料電池の冷却方法は燃料電池自動車に搭載される燃料電池に実施した態様である。

【0012】〔第1の実施の形態〕初めに、この発明に係る燃料電池の冷却方法の第1の実施の形態を図1から図5の図面を参照して説明する。図1から図3は、燃料電池自動車に搭載された燃料電池の冷却システムの概略構成図である。燃料電池1は、固体高分子電解質膜型の

燃料電池であり、例えば固体ポリマーイオン交換膜等からなる固体高分子電解質膜をアノードとカソードとで両側から挟み込み、さらにその外側を一对のセパレータで扶持して形成されたセルを複数積層して構成されたスタックからなる。この燃料電池 1 では、アノードに水素ガスが供給されカソードに酸素を含む空気が供給された時に、前記アノードで触媒反応により発生した水素イオンが、固体高分子電解質膜を透過して前記カソードまで移動し、該カソードで酸素と電気化学反応を起こして発電するようになっている。なお、図 1 では、水素ガスと空気の供給系および排出系の図示を省略している。

【0013】また、この燃料電池 1 では、前記セパレータに冷却液通路が形成されていて、この冷却液通路に冷却液を流してセパレータを直接冷却することにより、燃料電池 1 の温度を所定の温度範囲（例えば、燃料電池の暖機完了後で 70～80℃程度）に制御している。次に、前記冷却液が流れる冷却液循環系について説明する。始めに、燃料電池 1 の冷却液の温度が低いため該冷却液を冷却する必要がない時、すなわち冷却液が「低温域」にある時の冷却液回路から説明する。図 1 に示すように、燃料電池 1 の冷却液通路出口 1a から排出された冷却液は、冷却液配管 21 を介して冷却液ポンプ 2 に吸引され、冷却液ポンプ 2 で昇圧された後、冷却液配管 22 を介してサーモスタットバルブ 3 に導入され、さらに冷却液配管 23 を介して燃料電池 1 の冷却液通路入口 1b に導入され、燃料電池 1 内の冷却液通路を流れた後、再び冷却液通路出口 1a から排出され、循環する。

【0014】次に、燃料電池 1 の冷却液の温度が高いため冷却する必要がある時、すなわち冷却液が「高温域」にある時の冷却液回路を説明する。図 3 に示すように、燃料電池 1 の冷却液通路出口 1a から排出され、冷却液ポンプ 2 で昇圧された冷却液は、冷却液配管 22 から分岐する冷却液配管 24 を介してラジエーター 4 に供給される。このラジエーター 4 は、自然送風あるいはファンによる強制送風で冷却液から熱を奪い冷却する空冷式熱交換器である。ラジエーター 4 により冷却された冷却液は、冷却液配管 25 を介してサーモスタットバルブ 3 に導入され、さらに前記冷却液配管 23 を介して燃料電池 1 の冷却液通路入口 1b に導入され、循環する。

【0015】また、低温域および高温域のいずれの時に、図 1 および図 3 に示すように、冷却液配管 23 を流れる冷却液の一部は、冷却液配管 26 およびオリフィス 27 を介してイオン交換器 5 に導入される。イオン交換器 5 は、その内部にイオン交換樹脂が充填されていて、冷却液中に存在するイオンを除去し、冷却液の導電率を低下させる。また、オリフィス 27 は、イオン交換器 5 に流入する冷却液の流量を所定流量に制限する制限オリフィスである。イオン交換器 5 によってイオン除去された冷却液は冷却液配管 28 を介して冷却液配管 21 に戻され、冷却液ポンプ 2 に吸引されて循環する。

【0016】このように、第 1 の実施の形態の冷却液循環系では、冷却液が低温域あるいは高温域のいずれにある場合にも、燃料電池 1 を循環する冷却液の一部が常にイオン交換器 5 を流通しイオン除去されるので、燃料電池 1 を循環する冷却液のイオン濃度を所定値以下に抑えることができ、その結果、該冷却液の導電率を所定値以下に抑えて、燃料電池 1 内での冷却液の絶縁性能を担保している。

【0017】この第 1 の実施の形態における冷却システムでは、前述した低温域における冷却液回路と高温域における冷却液回路の切り換えをサーモスタットバルブ 3 によって行っている。ここで、サーモスタットバルブ 3 の冷却液回路切り換え動作について、図 4 の概念図を参照して説明する。サーモスタットバルブ 3 は、ハウジング 31 の内部に形成されている弁室が、仕切板 33 によって第 1 弁室 34 と第 2 弁室 35 の 2 つの部屋に分けられており、さらに、第 1 弁室 34 と第 2 弁室 35 を連通する仕切板 33 の連通孔 33a が弁体 37 によって連通および遮断可能にされている。また、サーモスタットバルブ 3 は、弁室内を流れる冷却液の温度に感応して弁体 37 を駆動するサーモスタット（図示せず）を内蔵しており、冷却液がサーモスタットの作動温度（以下、サーモスタット作動温度という）以下、すなわち前記低温域にある時には、弁体 37 が図 4（A）に示すように連通孔 33a を閉塞し（以下、この状態を全閉状態という）、冷却液がサーモスタット作動温度を超えた時、すなわち前記高温域にある時には、弁体 37 が図 4（C）に示すように連通孔 33a から離間する（以下、この状態を全開状態という）。なお、前記サーモスタットについては周知技術であるので、ここでの説明は省略する。

【0018】そして、第 1 弁室 34 に冷却液配管 22、23 が接続され、第 2 弁室 35 に冷却液配管 25 が接続されている。したがって、冷却液が低温域にあってサーモスタットバルブ 3 が図 4（A）に示す全閉状態になっている場合には、冷却液配管 22 から第 1 弁室 34 に流入した冷却液が冷却液配管 23 へと流出する。このとき、冷却液配管 25 は第 2 弁室 35 において閉塞した状態となるため、冷却液配管 25 に冷却液が流れることはない。

【0019】また、冷却液が高温域にあってサーモスタットバルブ 3 が図 4（C）に示す全開状態になっている場合には、冷却液配管 25 から第 2 弁室 35 に流入した冷却液が冷却液配管 23 へと流出する。このとき、弁体 37 が冷却液配管 22 の第 1 弁室 34 への流入口 22a を閉塞するようになっているので、冷却液が冷却液配管 22 から第 1 弁室 34 に流入することはない。すなわち、サーモスタットバルブ 3 は、弁体 37 で連通孔 33a と冷却液配管 22 の流入口 22a を連通あるいは遮断することにより、冷却液回路の切り換えを行っている。

【0020】ところで、冷却液が低温域にある時には、

前述したように冷却液はラジエター 4 を迂回して燃料電池 1 を循環するように流れており、ラジエター 4 および冷却液配管 2 4, 2 5 には冷却液が流れず滞留している。したがって、その間は、ラジエター 4 および冷却液配管 2 4, 2 5 からイオンが溶出し、滞留している冷却液のイオン濃度が高まり、導電率が高まる場合がある。そのため、冷却液が低温域から高温域に変化した時に、サーモスタットバルブ 3 が閉弁状態から開弁状態に瞬時に切り換わると、ラジエター 4 および冷却液配管 2 4, 2 5 に滞留していた導電率の高い冷却液が、冷却液配管 2 3 を通って大量に燃料電池 1 の冷却液通路に流れ込んで、燃料電池 1 内の冷却液の絶縁性能を低下させる虞がある。

【0021】これに対処するために、この第 1 の実施の形態では、サーモスタット作動温度に達する直前の所定温度範囲を予備作動温度域とし、この予備作動温度域では、燃料電池 1 から排出される冷却液の一部をラジエター 4 へ送り、ラジエター 4 を出た冷却液を、ラジエター 4 を迂回して循環するイオン濃度の低い冷却液と混合して燃料電池に戻すことにより、燃料電池 1 を循環する冷却液の導電率の悪化を殆どなくし、あるいは、燃料電池 1 が許容可能な範囲に抑えるようにした。そして、ラジエター 4 および冷却液配管 2 4, 2 5 内の冷却液が導電率の低い冷却液に入れ替わった後に、前述した高温域の冷却液回路による冷却液循環に完全に切り換えるようにした。

【0022】そして、これを実現するための手段として、この第 1 の実施の形態では、図 5 に示すような流量特性を有するサーモスタットバルブ 3 を用いている。図 5 に示す流量特性は、冷却液温度を横軸にとり、冷却液配管 2 2 から第 1 弁室 3 4 に流入する冷却液流量 Q_1 に対する、冷却液配管 2 5 から第 2 弁室 3 5 に流入する冷却液流量 Q_2 の流量比 (Q_2/Q_1) を縦軸にとっており、図 4 (A) に示す全閉状態 ($Q_2=0$) では流量比 0 %、図 4 (C) に示す全開状態 ($Q_1=0$) では流量比 100 %とした。

【0023】このサーモスタットバルブ 3 の流量特性は、サーモスタット作動温度を T_1 に設定され、サーモスタット作動温度 T_1 以下を低温域、サーモスタット作動温度 T_1 を越えると高温域になっていて、サーモスタット作動温度 T_1 よりも所定温度低い温度 T_0 以上であってサーモスタット作動温度 T_1 以下を予備作動温度域に設定されている。そして、冷却液温度が T_0 以上になるとサーモスタットバルブ 3 は開弁作動を開始し、予備作動温度域では流量比率の増大が極めて緩やかになっていて (例えば、 T_1 における流量比率が 10 %程度)、 T_1 を越えると流量比率が急激に増大し、温度 T_2 に達すると全開になるように設定されている ($T_0 < T_1 < T_2$)。

【0024】このような流量特性を有するサーモスタッ

トバルブ 3 では、予備作動温度域において、図 4 (B) に示すように、弁体 3 7 は連通孔 3 3 a から僅かに離れて連通孔 3 3 a を若干開かせるとともに、冷却液配管 2 2 の流入口 2 2 a から十分に離れて流入口 2 2 a を大きく開させる。その結果、冷却液配管 2 2 から大流量で第 1 弁室 3 4 に流入した冷却液と、冷却液配管 2 5 から第 2 弁室 3 5 を介して微流量で第 1 弁室 3 4 に流入した冷却液が、混合された状態で冷却液配管 2 3 に流出する。

【0025】したがって、冷却液温度 T_0 以下の冷却液が温度上昇してきて、サーモスタット作動温度 T_1 に近づいてくると、図 2 に示すように、冷却液温度が T_0 以下のときにラジエター 4 を迂回して燃料電池 1 に循環していたイオン濃度の低い冷却液 (以下、説明の都合上、この冷却液を低温循環冷却液という) の中に、冷却液温度が T_0 以下のときにラジエター 4 および冷却液配管 2 4, 2 5 に滞留していたイオン濃度の比較的に高い冷却液 (以下、説明の都合上、この冷却液を滞留冷却液という) が混ざりようになるが、冷却液温度がサーモスタット作動温度 T_1 に達するまでは滞留冷却液の流量が微量であるので、混合後の冷却液のイオン濃度は低温循環冷却液のイオン濃度よりも僅かに高くなるだけであり、導電率の低い冷却液を冷却液配管 2 3 を介して燃料電池 1 に供給することができる。したがって、燃料電池 1 を循環する冷却液の導電率の悪化を殆どなくし、あるいは、燃料電池 1 が許容可能な導電率の範囲に抑えることができる。

【0026】そして、この予備作動温度域の間も、冷却液配管 2 3 を流れる冷却液の一部が冷却液配管 2 6 を介してイオン交換器 5 に導入されるので、前記混合後の冷却液の一部は燃料電池 1 に流入する前にイオン交換器 5 によってイオン除去されるようになり、燃料電池 1 を循環する冷却液の導電率の回復 (安定) を迅速に行うことができる。

【0027】そして、冷却液温度がサーモスタット作動温度 T_1 に達した時にラジエター 4 および冷却液配管 2 4, 2 5 内の冷却液が低温循環冷却液に入れ替わるようにサーモスタットバルブ 3 の流量特性およびシステム全体を設定しておけば、冷却液温度が低温域から高温域に移った時に、高温域に移った直後からイオン濃度が低い (すなわち導電率が低い) 冷却液を燃料電池 1 に循環させることができる。したがって、第 1 の実施の形態における燃料電池の冷却方法によれば、冷却液の全ての温度域において燃料電池 1 内の冷却液の絶縁性能を常に許容範囲内に保つことができる。

【0028】〔第 2 の実施の形態〕次に、この発明に係る燃料電池の冷却方法の第 2 の実施の形態を図 6 から図 9 の図面を参照して説明する。図 6 から図 8 は、第 2 の実施の形態における燃料電池の冷却システムの概略構成図である。第 2 の実施の形態における燃料電池の冷却システムの構成で、前述した第 1 の実施の形態のものと相

違する点は以下の通りである。

【0029】第2の実施の形態では、図9に示すような流量特性を有するサーモスタットバルブ3が使用されている。このサーモスタットバルブ3の流量特性は、サーモスタット作動温度を $T1'$ に設定され、サーモスタット作動温度 $T1'$ 以下を低温域、サーモスタット作動温度 $T1'$ を越えると高温域になっていて、予備作動温度域を有さない。したがって、このサーモスタットバルブ3の場合には、冷却液温度がサーモスタット作動温度 $T1'$ を越えると、殆ど瞬時に全閉状態から全開状態になる。また、冷却液配管25におけるサーモスタットバルブ3の直ぐ上流と、冷却液配管26におけるオリフィス27とイオン交換器5との間が、途中に開閉弁6を有する冷却液配管41によって接続されている。

【0030】さらに、冷却液配管23において燃料電池1の直ぐ上流には、燃料電池1の冷却液通路入口1bに流入する冷却液の温度を検出するための温度センサ7が設置されている。開閉弁6は、この温度センサ7で検出された冷却液温度に基づいて開閉制御される。すなわち、温度センサ7で検出された冷却液温度が $T3$ 以下のときには開閉弁6は閉状態に制御され、温度センサ7で検出された冷却液温度が $T3$ を越えたときには開閉弁6は開状態に制御される。ここで、冷却液温度 $T3$ はサーモスタット作動温度 $T1'$ よりも所定温度だけ低く設定しておく($T3 < T1' < T2$)。その他の構成については第1の実施の形態のものと同じであるので、同一態様部分に同一符号を付して説明を省略する。

【0031】次に、第2の実施の形態における燃料電池の冷却方法について説明する。第2の実施の形態においても、冷却液が低温域にある時には、冷却液はラジエター4を迂回して燃料電池1を循環するように流れ、この時にはラジエター4および冷却液配管24、25には冷却液が流れず滞留している。したがって、その間は、ラジエター4および冷却液配管24、25からイオンが溶出し、滞留している冷却液のイオン濃度が高まり、導電率が高まる場合がある。そのため、冷却液が低温域から高温域に変化した時に、サーモスタットバルブ3が開弁状態から開弁状態に瞬時に切り換わると、ラジエター4および冷却液配管24、25に滞留していた導電率の高い冷却液が、冷却液配管23を通過して大量に燃料電池1の冷却液通路に流れ込んで、燃料電池1内の冷却液の絶縁性能を低下させる虞がある。

【0032】これに対処するために、この第2の実施の形態では、冷却液温度がサーモスタット作動温度 $T1'$ に近づいた時に、すなわち、冷却液温度がサーモスタット作動温度 $T1'$ に達する前に、冷却液の一部をラジエター4とイオン交換器5の間で循環させ、ラジエター4および冷却液配管24、25に滞留していた導電率の高い冷却液中に存在するイオンをイオン交換器5で除去し、該冷却液のイオン濃度を低下させた後に、高温域の

冷却液回路に切り換えるようにした。そして、これを実現するための手段として、この第2の実施の形態では、1つのサーモスタットバルブ3と、温度センサ7により開閉制御される開閉弁6を用いている。

【0033】以下、冷却液温度の推移に沿って冷却液の流れを図6から図9の図面を参照しながら説明する。図6は、冷却液が低温域にあって且つ冷却液温度が $T3$ 以下の場合の冷却液の流れを示している。この時には、サーモスタットバルブ3および開閉弁6はいずれも全閉状態になっている。したがって、冷却液は、低温域における冷却液回路を循環する。低温域の冷却液回路は第1の実施の形態の場合と同じであり、冷却液は、燃料電池1の冷却液通路出口1a→冷却液配管21→冷却液ポンプ2→冷却液配管22→サーモスタットバルブ3→冷却液配管23→燃料電池1の冷却液通路入口1bを通過して燃料電池1を循環するとともに、冷却液の一部は冷却液配管26、28、オリフィス27を通過してイオン交換器5を循環する。

【0034】次に、低温域において冷却液温度が $T3$ を越え且つサーモスタット作動温度 $T1'$ 以下の場合は、サーモスタットバルブ3は全閉状態を保持し、開閉弁6だけが開状態となる。図7は、この時の冷却液の流れを示しており、冷却液は前述した低温域における冷却液回路を循環するとともに、開閉弁6の開弁により冷却液配管22を流れる冷却液の一部が冷却液配管24に流れてラジエター4に導入されるようになる。その結果、開閉弁6が開弁する前にラジエター4および冷却液配管24、25に滞留していたイオン濃度の比較的に高い冷却液は、冷却液配管41、開閉弁6を通過して、イオン交換器5の上流の冷却液配管26に流れ込み、冷却液配管23から冷却液配管26を介してイオン交換器5に向かうイオン濃度の低い冷却液と混合されてイオン交換器5に導入され、イオン交換器5によってイオン除去されることとなる。したがって、開閉弁6が開弁する前にラジエター4および冷却液配管24、25に滞留していたイオン濃度の比較的に高い冷却液を、燃料電池1に流入させることなく、イオン濃度を低下させることができる。

【0035】なお、冷却液温度がサーモスタット作動温度 $T1'$ に達する前に、ラジエター4および冷却液配管24、25内の冷却液が全量入れ替わるように、予め開閉弁6の作動温度 $T3$ を所定に設定し、冷却液配管41を流れる冷却液流量を設定し、必要に応じて冷却液配管41にオリフィス等の流量制限手段を設けるのが好ましい。

【0036】そして、冷却液温度がサーモスタット作動温度 $T1'$ を越えると、サーモスタットバルブ3が開弁作動し、さらに冷却液温度が $T2$ 以上になると、サーモスタットバルブ3が全開状態になる。なお、この間、開閉弁6は開状態を維持する。図8はこの時の冷却液の流れを示しており、冷却液は高温域における冷却液回路を

循環する。高温域の冷却液回路は第 1 の実施の形態の場合と同じであり、冷却液は、燃料電池 1 の冷却液通路出口 1 a → 冷却液配管 2 1 → 冷却液ポンプ 2 → 冷却液配管 2 2 → 冷却液配管 2 4 → ラジエター 4 → 冷却液配管 2 5 → サーモスタットバルブ 3 → 冷却液配管 2 3 → 燃料電池 1 の冷却液通路入口 1 b を通って燃料電池 1 を循環するとともに、冷却液の一部は冷却液配管 2 6, 2 8、オリフィス 2 7 を通ってイオン交換器 5 を循環する。また、開閉弁 6 が開いているので、冷却液配管 2 5 を流れる冷却液の一部も冷却液配管 4 1 および開閉弁 6 を介してイオン交換器 5 へと流れる。

【0037】このように冷却液が高温域の冷却液回路を流れ始めるときには、ラジエター 4 および冷却液配管 2 4, 2 5 内は既にイオン濃度の低い冷却液に入れ替わっており、冷却液循環系内は全量がイオン濃度の低い冷却液になっているので、高温域に移った直後からイオン濃度が低い（すなわち導電率が低い）冷却液を燃料電池 1 に循環させることができる。したがって、第 2 の実施の形態における燃料電池の冷却方法によれば、冷却液の全ての温度域において燃料電池 1 内の冷却液の絶縁性能を常に許容範囲内に保つことができる。

【0038】ところで、この例では、冷却液温度がサーモスタット作動温度 $T1'$ を超えて高温域になっても開閉弁 6 は開弁状態を保持し、冷却液配管 2 4, 2 5 内を流れる冷却液の一部をイオン交換器 5 に導入し続けるようにしているが、ラジエター 4 を通ってきた冷却液のイオン濃度（あるいは導電率）が所定値まで低下した後は、本来、冷却液配管 4 1 を介してイオン交換器 5 に冷却液を導入させる必要はない。

【0039】そこで、冷却液配管 4 1 において開閉弁 6 の上流に、冷却液配管 2 4, 2 5 内を流れる冷却液の導電率を検出するための導電率センサ 8 を設置し、導電率センサ 8 で検出した冷却液の導電率が所定値以下になった時に開閉弁 6 を閉じ、ラジエター 4 とイオン交換器 5 の間で冷却液を循環させてイオン除去するイオン除去処理を停止するようにしてもよい。このようにすると、冷却液が高温域にあるときに、ラジエター 4 によって冷却された冷却液のうち燃料電池 1 を通らずに循環する冷却液の量を減少させることができ、換言すれば、ラジエター 4 によって冷却された冷却液のうち燃料電池 1 に循環する冷却液の量を増大することができ、その結果、燃料電池 1 に対する冷却能力を向上させることができる。

【0040】〔第 3 の実施の形態〕次に、この発明に係る燃料電池の冷却方法の第 3 の実施の形態を図 10 から図 12 の図面を参照して説明する。第 3 の実施の形態における燃料電池の冷却方法の基本原理は第 2 の実施の形態における基本原理と同じであり、両者の相違点は、その実現手段にある。すなわち、この第 3 の実施の形態の場合も、第 2 の実施の形態の場合と同様に、冷却液温度がサーモスタット作動温度 $T1'$ に近づいた時に、すな

わち、冷却液温度がサーモスタット作動温度 $T1'$ に達する前に、冷却液の一部をラジエター 4 とイオン交換器 5 の間で循環させ、ラジエター 4 および冷却液配管 2 4, 2 5 に滞留していた導電率の高い冷却液中に存在するイオンをイオン交換器 5 で除去し、該冷却液のイオン濃度を低下させた後に、高温域の冷却液回路に切り換えるのであるが、これを実現するための手段として、第 3 の実施の形態では、サーモスタット作動温度の異なる 2 つのサーモスタットバルブ 3 A, 3 B を用いている。

【0041】第 3 の実施の形態における燃料電池の冷却システムの構成において、第 2 の実施の形態との相違点を図 10 から図 12 の図面を参照して説明する。なお、第 2 の実施の形態と同一態様部分には同一符号を付して説明を省略する。第 2 サーモスタットバルブ 3 B は、第 2 の実施の形態におけるサーモスタットバルブ 3 に相当するものであり、この第 2 サーモスタットバルブ 3 B は、第 2 の実施の形態と同様、冷却液ポンプ 2 の下流の冷却液配管 2 2 と、ラジエター 4 の下流の冷却液配管 2 5 と、燃料電池 1 の冷却液通路入口 1 b に接続される冷却液配管 2 3 に接続されている。

【0042】そして、ラジエター 4 の上流の冷却液配管 2 4 は冷却液配管 4 2 を介して第 1 サーモスタットバルブ 3 A の第 1 弁室 3 4 に接続され、ラジエター 4 の下流の冷却液配管 2 5 は冷却液配管 4 3 を介して第 1 サーモスタットバルブ 3 A の第 2 弁室 3 5 に接続されている。また、第 1 サーモスタットバルブ 3 A の第 1 弁室 3 4 は、オリフィス 2 7 を備えた冷却液配管 4 4 を介してイオン交換器 5 に接続されている。この第 1 サーモスタットバルブ 3 A においては、第 1 弁室 3 4 に接続された冷却液配管 4 2, 4 4 のうち冷却液配管 4 2 の方が弁体 3 7 によって開閉されるようになっている。

【0043】また、第 2 サーモスタットバルブ 3 B のサーモスタット作動温度（第 2 のサーモスタット作動温度） $T1b'$ は第 2 の実施の形態におけるサーモスタットバルブ 3 と同じであるが、第 1 サーモスタットバルブ 3 A のサーモスタット作動温度（第 1 のサーモスタット作動温度） $T1a'$ は第 2 サーモスタットバルブ 3 B のサーモスタット作動温度 $T1b'$ よりも低い温度に設定されている（ $T1a' < T1b'$ ）。このように構成された冷却システムにおいては、第 2 サーモスタットバルブ 3 B が低温域の冷却液回路と高温域の冷却液回路に切り換える機能を果たし、第 1 サーモスタットバルブ 3 A が第 2 の実施の形態における開閉弁 6 と温度センサ 7 の機能を果たす。

【0044】以下、冷却液温度の推移に沿って冷却液の流れを説明する。図 10 は、冷却液が低温域にあって且つ冷却液温度が第 1 サーモスタットバルブ 3 A のサーモスタット作動温度 $T1a'$ 以下の場合の冷却液の流れを示している。この時には、サーモスタットバルブ 3 A, 3 B はいずれも全閉状態になっている。したがって、冷

却液は、低温域における冷却液回路を循環する。低温域の冷却液回路は第2の実施の形態の場合と同様であり、冷却液は、燃料電池1の冷却液通路出口1a→冷却液配管21→冷却液ポンプ2→冷却液配管22→第2サーモスタットバルブ3B→冷却液配管23→燃料電池1の冷却液通路入口1bを通過して燃料電池1を循環する。また、これと同時に、冷却液配管22を流れる冷却液の一部が、冷却液配管24、42を通過して第2サーモスタットバルブ3Bの第1弁室34に導入され、さらに、冷却液配管44、オリフィス27を通過してイオン交換器5に導入され、イオン交換器5でイオン除去された後、冷却液配管28を介して冷却液ポンプ2に吸引され、循環する。

【0045】次に、低温域において冷却液温度が第1サーモスタットバルブ3Aのサーモスタット作動温度 $T1a'$ を越え且つ第2サーモスタットバルブ3Bのサーモスタット作動温度 $T1b'$ 以下になると、第2サーモスタットバルブ3Bは全閉状態を保持し、第1サーモスタットバルブ3Aだけが全開状態となる。図11は、この時の冷却液の流れを示しており、冷却液は前述した低温域における冷却液回路を循環するとともに、第1サーモスタットバルブ3Aが全開状態になることにより、冷却液配管42から第1サーモスタットバルブ3Aには冷却液が流れなくなり、その代わりに、冷却液配管22を流れる冷却液の一部が冷却液配管24に流れてラジエター4に導入されるようになる。その結果、開閉弁6が開弁する前にラジエター4および冷却液配管24、25に滞留していたイオン濃度の比較的に高い冷却液は、冷却液配管25、43、第1サーモスタットバルブ3Aの第2弁室35および第1弁室34、冷却液配管44、オリフィス27を通過してイオン交換器5に流れ込み、イオン交換器5によってイオン除去されることとなる。したがって、第2サーモスタットバルブ3Bが開弁する前にラジエター4および冷却液配管24、25に滞留していたイオン濃度の比較的に高い冷却液を、燃料電池1に流入させることなく、イオン濃度を低下させることができる。

【0046】なお、冷却液温度が第2サーモスタットバルブ3Bのサーモスタット作動温度 $T1b'$ に達する前に、ラジエター4および冷却液配管24、25内の冷却液が全量入れ替わるように、予め第1サーモスタットバルブ3Aのサーモスタット作動温度 $T1a'$ を所定に設定し、冷却液配管44を流れる冷却液流量を設定するのが好ましい。

【0047】そして、冷却液温度が第2サーモスタットバルブ3Bのサーモスタット作動温度 $T1b'$ を越えると、第1、第2サーモスタットバルブ3A、3Bはいずれも全開状態になる。図12はこの時の冷却液の流れを示しており、冷却液は高温域における冷却液回路を循環する。高温域の冷却液回路は第2の実施の形態の場合と同様であり、冷却液は、燃料電池1の冷却液通路出口1

a→冷却液配管21→冷却液ポンプ2→冷却液配管22→冷却液配管24→ラジエター4→冷却液配管25→第2サーモスタットバルブ3B→冷却液配管23→燃料電池1の冷却液通路入口1bを通過して燃料電池1を循環する。また、これと同時に、冷却液配管25を流れる冷却液の一部が、冷却液配管43、第1サーモスタットバルブ3Aの第2弁室35および第1弁室34、冷却液配管44、オリフィス27を通過してイオン交換器5に導入され、冷却液配管28を介して冷却液ポンプ2に吸引され、循環する。

【0048】このように冷却液が高温域の冷却液回路を流れ始めるときには、ラジエター4および冷却液配管24、25内は既にイオン濃度の低い冷却液に入れ替わっており、冷却液循環系内は全量がイオン濃度の低い冷却液になっているので、高温域に移った直後からイオン濃度が低い（すなわち導電率が低い）冷却液を燃料電池1に循環させることができる。したがって、第3の実施の形態における燃料電池の冷却方法によれば、冷却液の全ての温度域において燃料電池1内の冷却液の絶縁性能を常に許容範囲内に保つことができる。

【0049】〔他の実施の形態〕なお、この発明は前述した実施の形態に限られるものではない。前述した実施の形態では、いずれの場合もイオン交換器を燃料電池に対して並列的に接続しているが、イオン交換器を燃料電池に対して直列に接続しても、この発明は成立する。

【0050】

【発明の効果】以上説明するように、請求項1に記載した発明によれば、冷却液温度がサーモスタット作動温度以下の時に熱交換器中の冷却液のイオン濃度が高くなっても、この冷却液を予めイオン濃度を下げておいた冷却液と混合して、イオン濃度を薄めてから燃料電池に供給することができるので、燃料電池に高イオン濃度の冷却液が導入されるのを阻止することができ、燃料電池を電氣的に安定した状態に保つことができるという優れた効果が奏される。

【0051】請求項2に記載した発明によれば、冷却液温度がサーモスタット作動温度以下の時に熱交換器中の冷却液のイオン濃度が高くなっても、冷却液温度がサーモスタット作動温度に達するまでに、前記イオン濃度の高い冷却液中からイオンを除去してイオン濃度を低下させることができるので、冷却液を燃料電池と熱交換器との間で循環させた直後から燃料電池にイオン濃度の極めて低い冷却液を導入することができ、燃料電池を電氣的に安定した状態に保つことができるという優れた効果が奏される。

【0052】請求項3に記載した発明によれば、冷却液の導電率が所定値以下に低下した以後は、熱交換器からイオン交換器に冷却液が導入されなくなり、熱交換器を出て燃料電池に導入される冷却液流量を増やすことができるので、燃料電池に対する冷却性能を向上することが

できるという効果がある。

【0053】請求項4に記載の発明によれば、冷却液温度が第1のサーモスタット作動温度以下の時に熱交換器中の冷却液のイオン濃度が高くなっても、冷却液温度が第2のサーモスタット作動温度に達するまでに、前記イオン濃度の高い冷却液中からイオンを除去してイオン濃度を低下させることができるので、冷却液を燃料電池と熱交換器との間で循環させた直後から燃料電池にイオン濃度の極めて低い冷却液を導入することができ、燃料電池を電氣的に安定した状態に保つことができるという優れた効果が奏される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明に係る燃料電池の冷却方法を実施可能な燃料電池システムの第1の実施の形態におけるシステム構成図であり、低温域における冷却液の流れを示す図（その1）である。

【図2】 前記第1の実施の形態におけるシステム構成図であり、低温域における冷却液の流れを示す図（その2）である。

【図3】 前記第1の実施の形態におけるシステム構成図であり、高温域における冷却液の流れを示す図である。

【図4】 前記第1の実施の形態において使用されるサーモスタットバルブの作動を説明するための図である

【図5】 前記第1の実施のサーモスタットバルブの流量特性図である。

【図6】 この発明に係る燃料電池の冷却方法を実施可

能な燃料電池システムの第2の実施の形態におけるシステム構成図であり、低温域における冷却液の流れを示す図（その1）である。

【図7】 前記第2の実施の形態におけるシステム構成図であり、低温域における冷却液の流れを示す図（その2）である。

【図8】 前記第2の実施の形態におけるシステム構成図であり、高温域における冷却液の流れを示す図である。

【図9】 前記第2の実施の形態において使用されるサーモスタットバルブの流量特性図である。

【図10】 この発明に係る燃料電池の冷却方法を実施可能な燃料電池システムの第3の実施の形態におけるシステム構成図であり、低温域における冷却液の流れを示す図（その1）である。

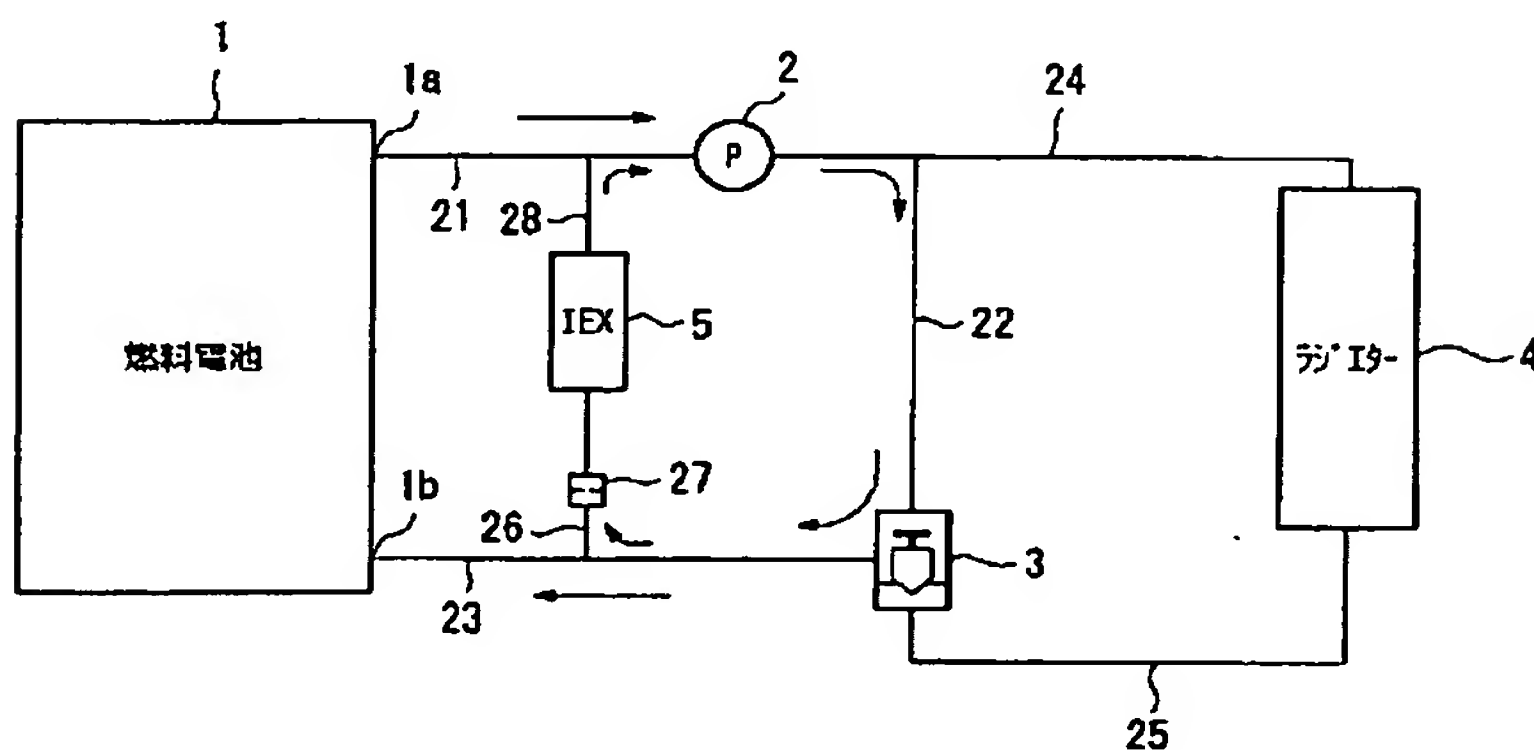
【図11】 前記第3の実施の形態におけるシステム構成図であり、低温域における冷却液の流れを示す図（その2）である。

【図12】 前記第3の実施の形態におけるシステム構成図であり、高温域における冷却液の流れを示す図である。

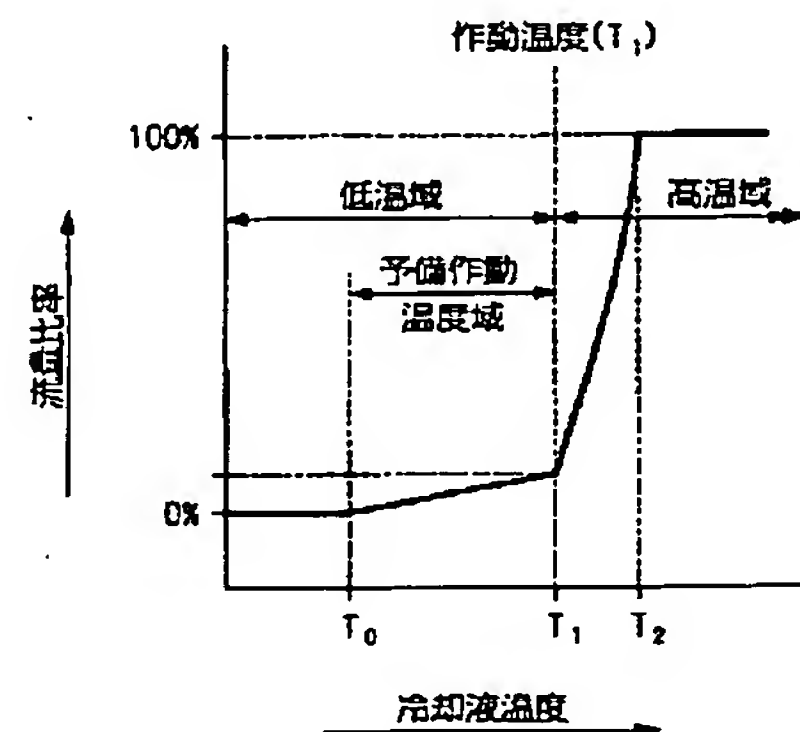
【符号の説明】

- 1 燃料電池
- 4 ラジエーター（熱交換器）
- 5 イオン交換器
- 8 導電率センサ

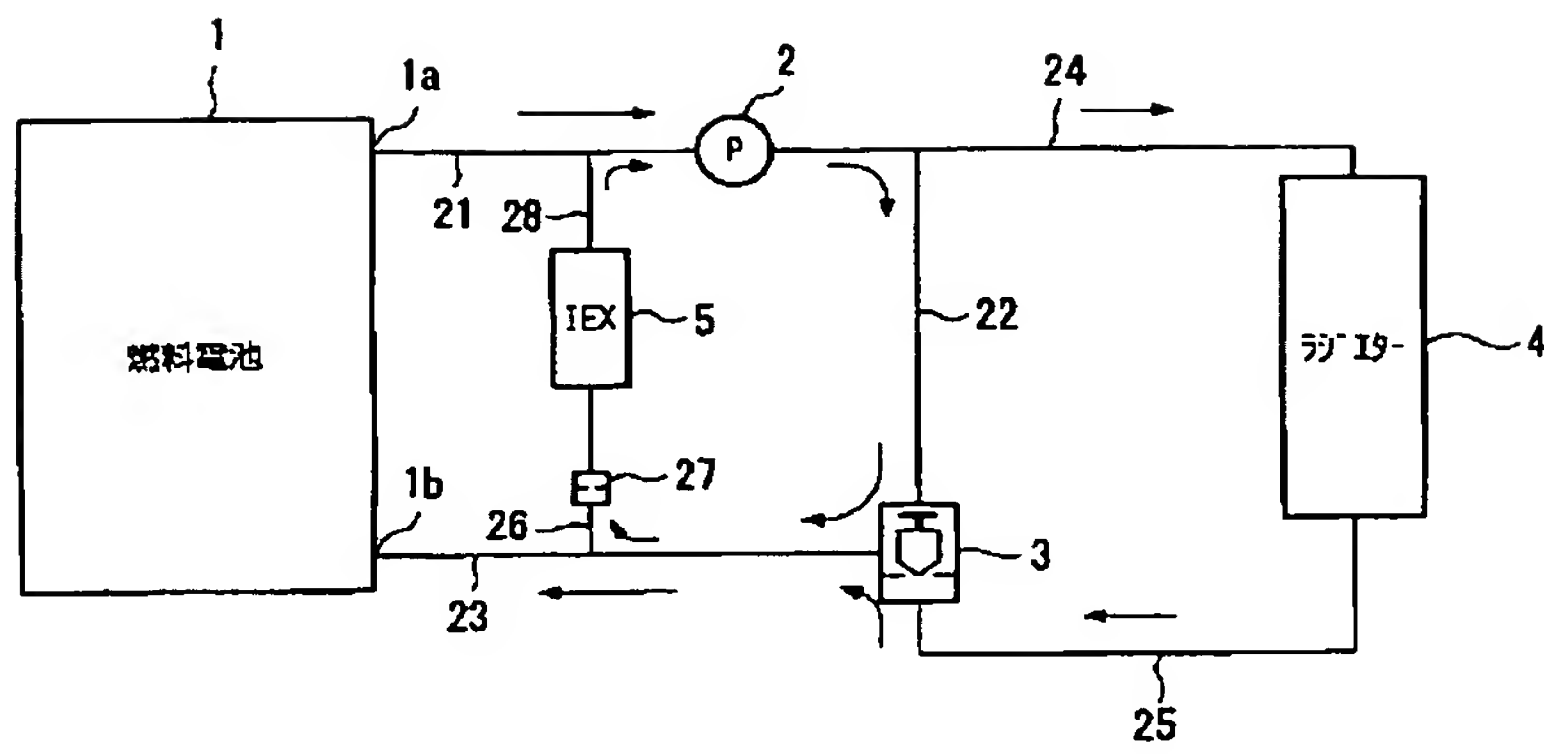
【図1】



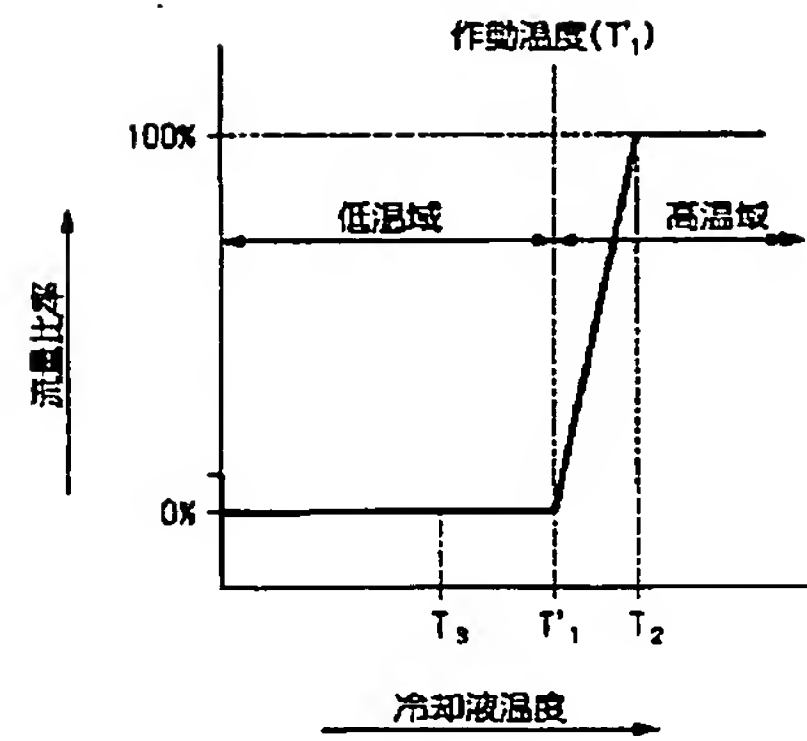
【図5】



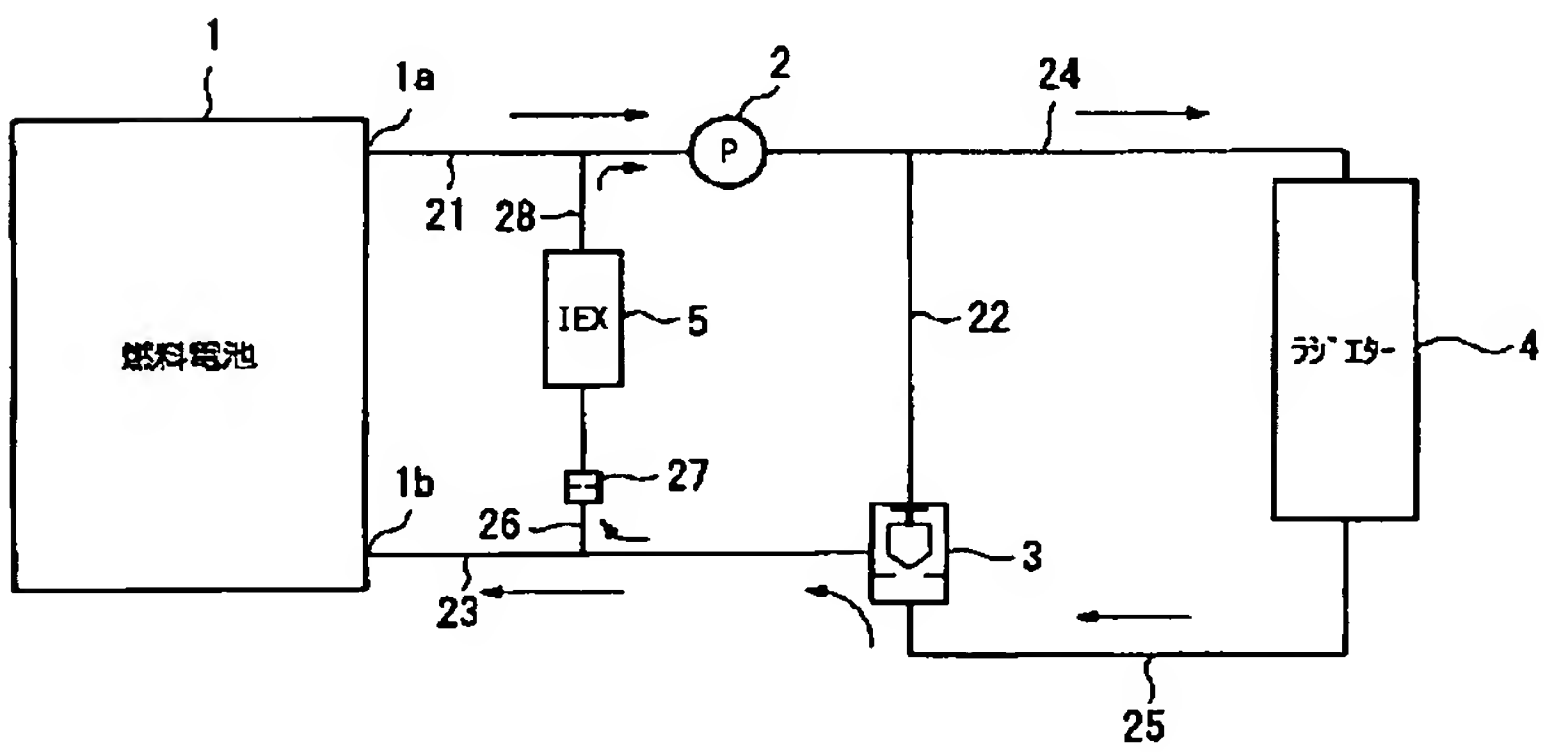
【図2】



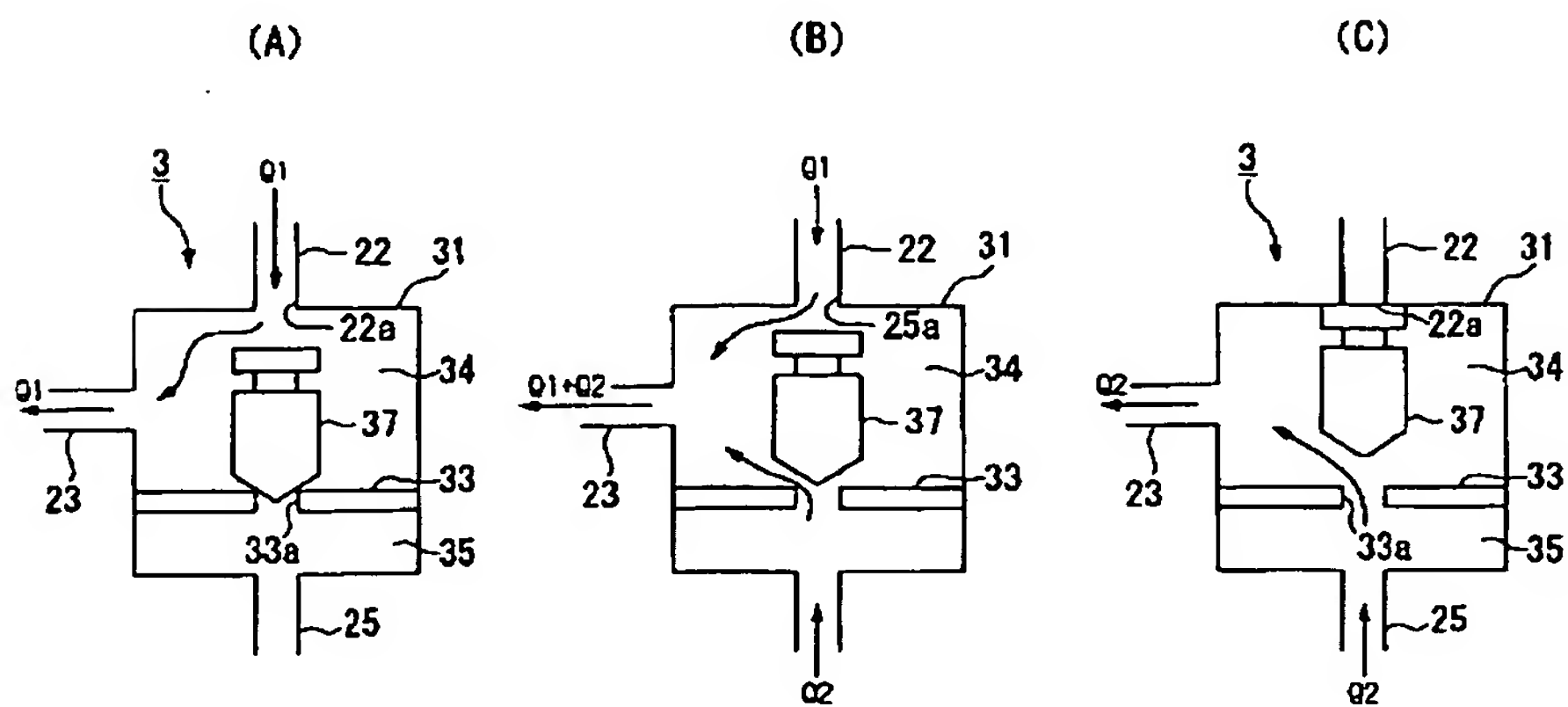
【図9】



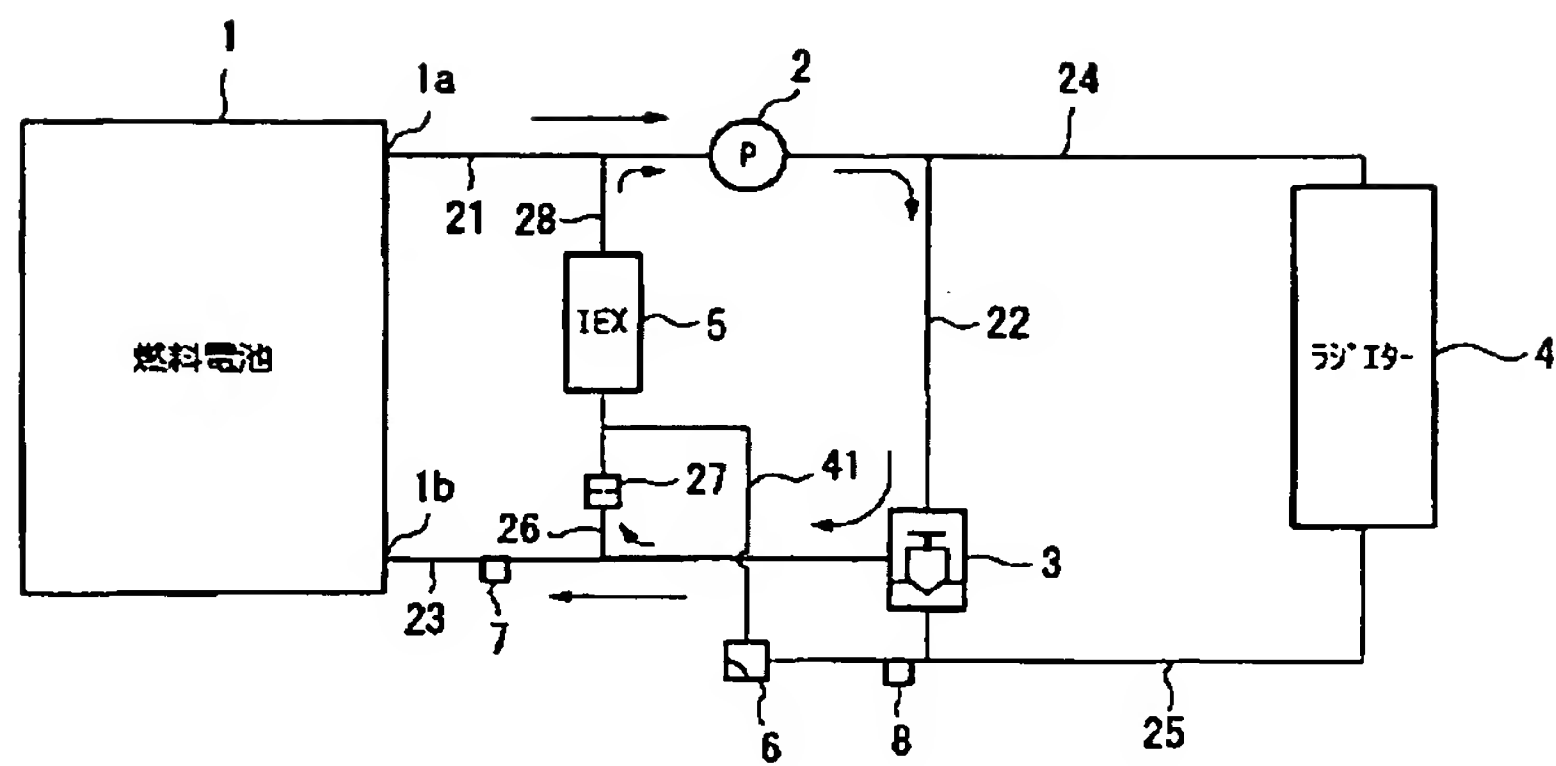
【図3】



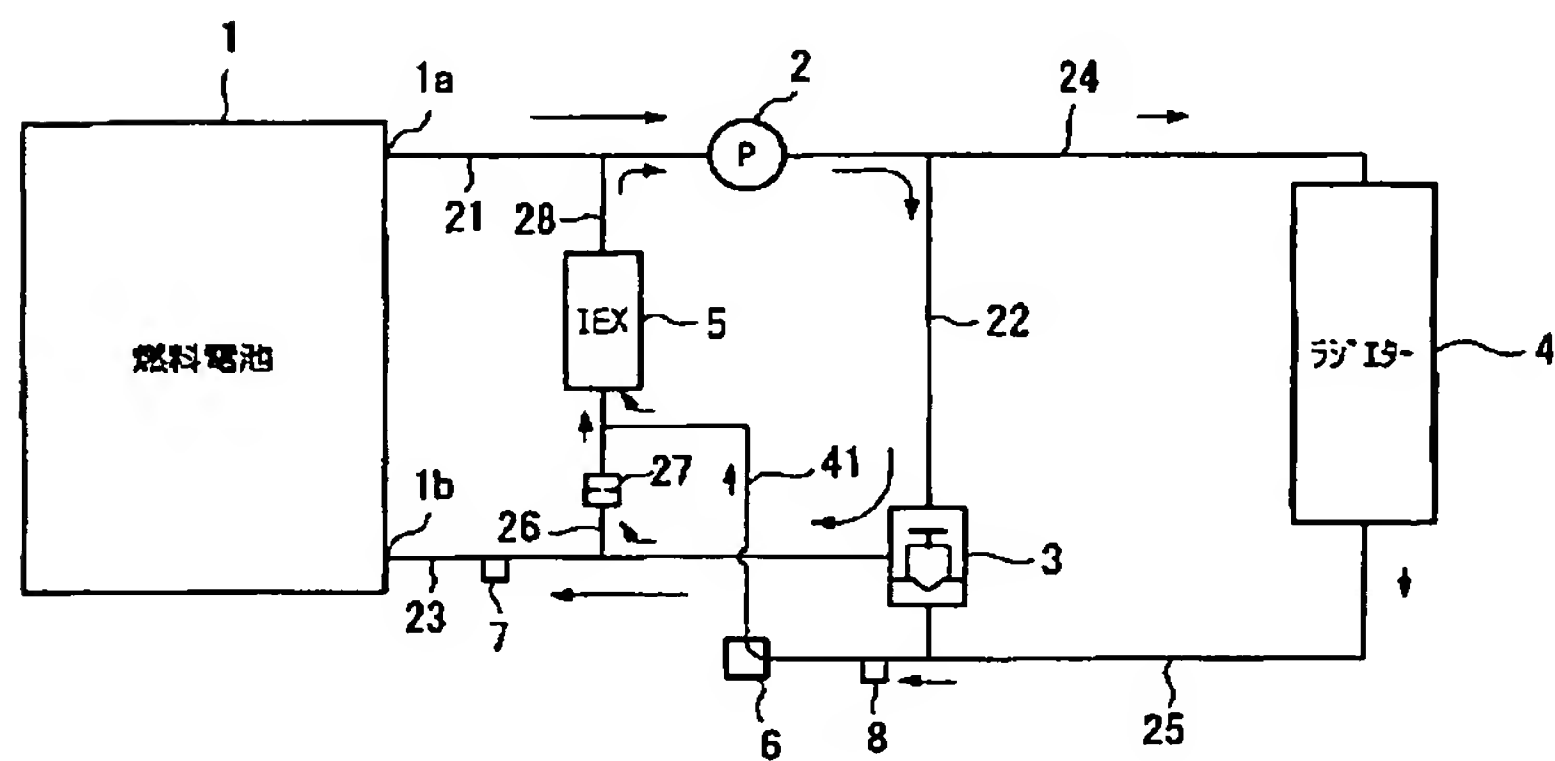
【図4】



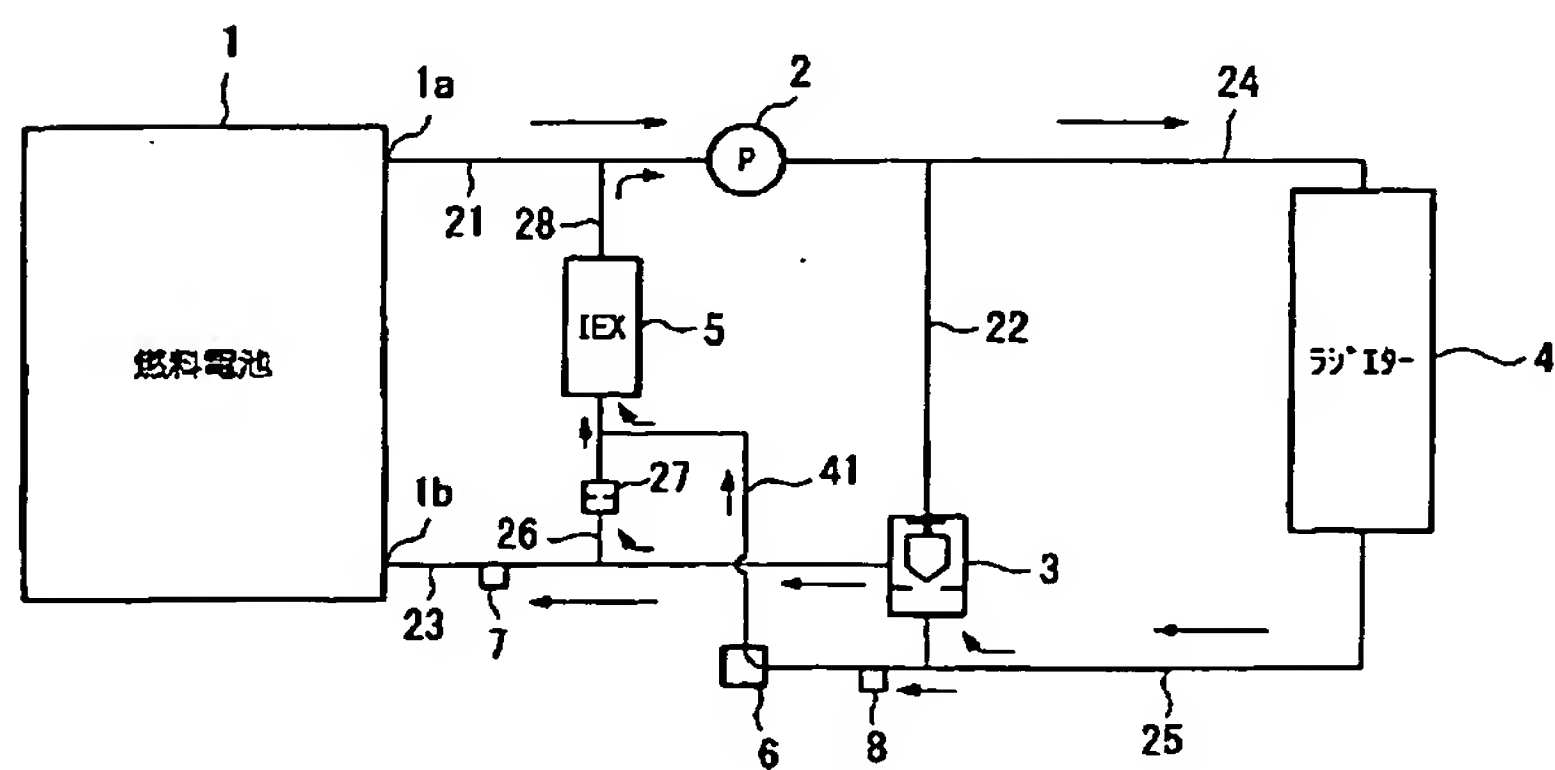
【図 6】



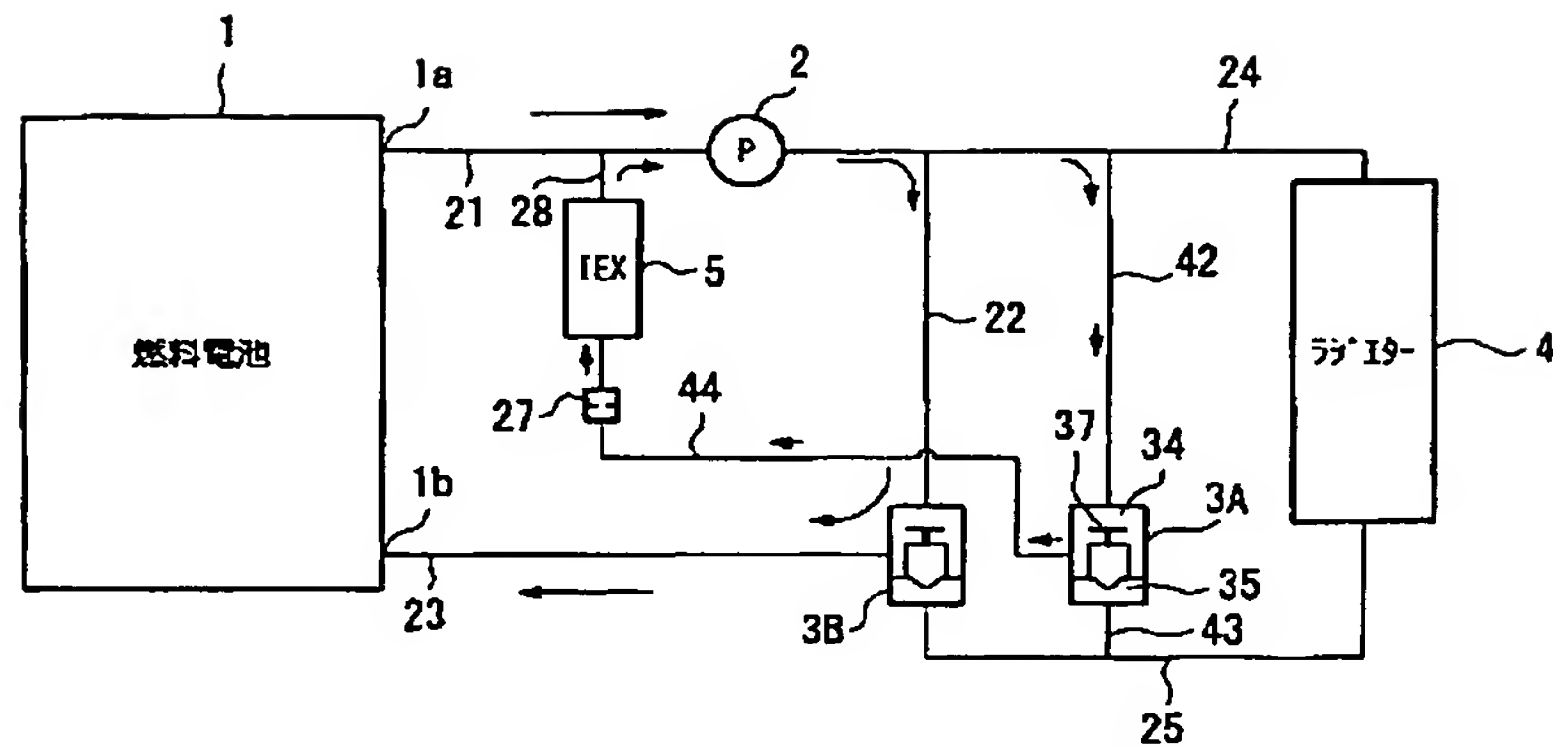
【図 7】



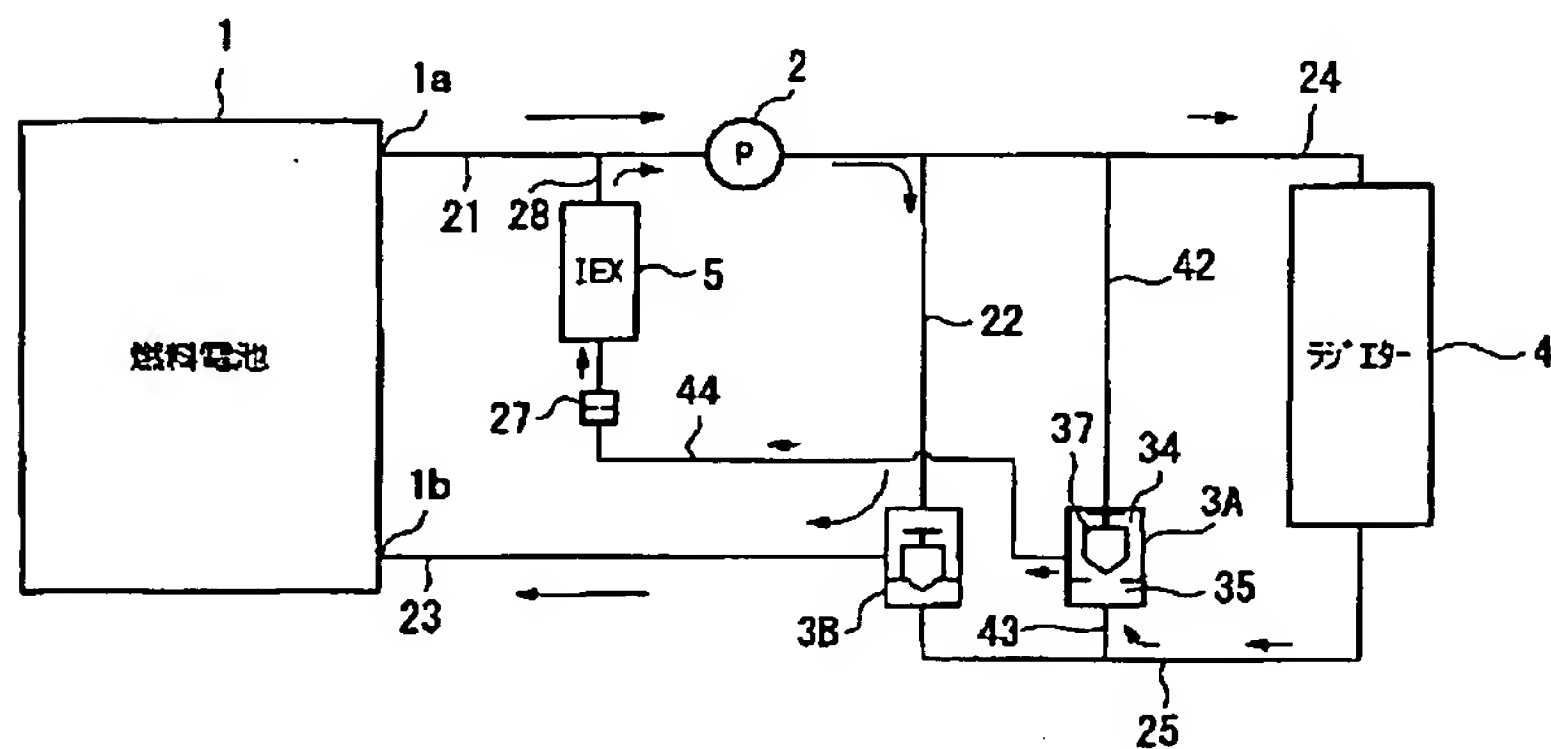
【図8】



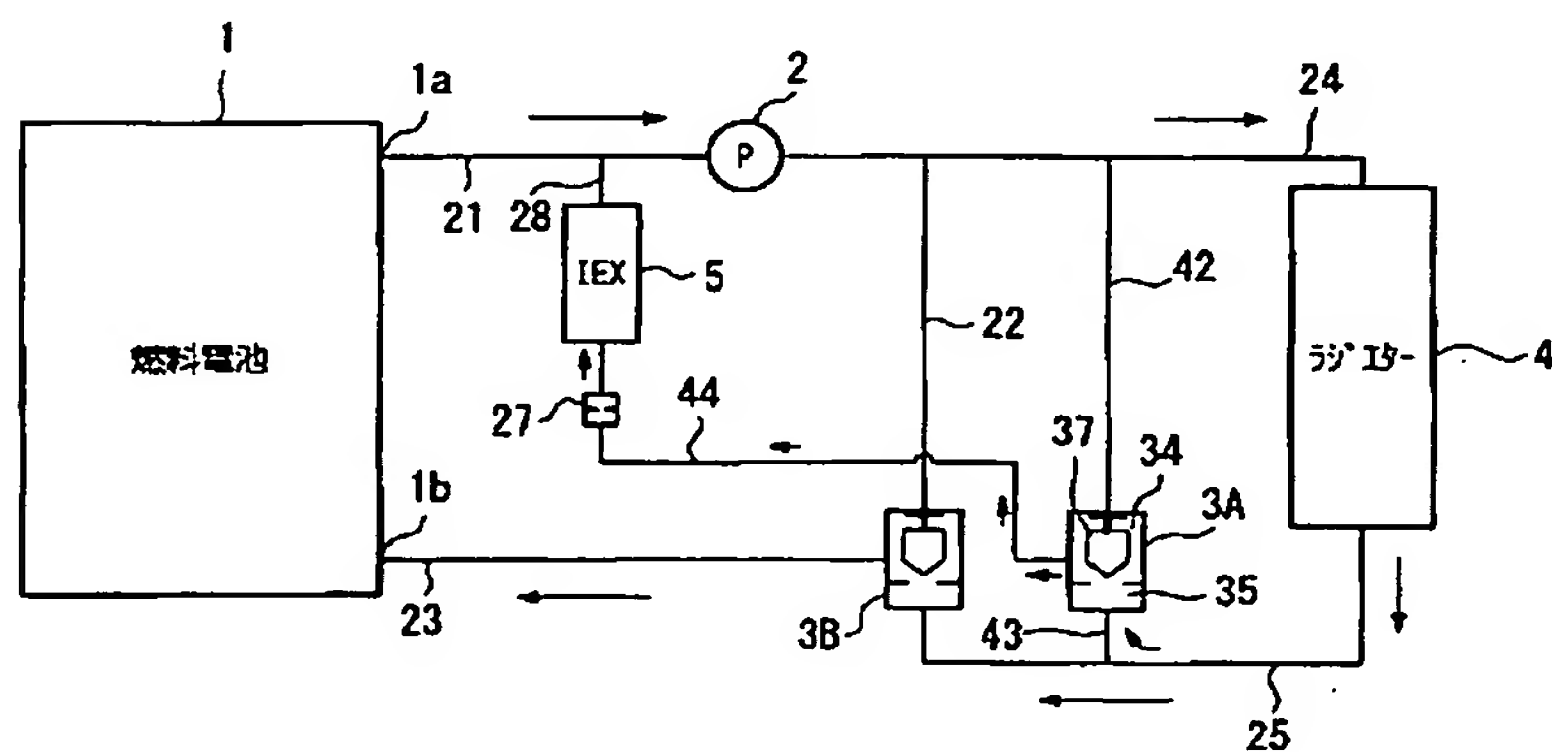
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72) 発明者 下山 義郎
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

Fターム(参考) 5H027 AA06 CC06 KK48 KK51